

ダンギク国内自生集団における表現型
とハプロタイプに関する研究

2016年1月

千葉大学大学院園芸学研究科
環境園芸学専攻生物資源科学コース
安藤 匡哉

(千葉大学審査学位論文)

ダンギク国内自生集団における表現型
とハプロタイプに関する研究

2016年1月

千葉大学大学院園芸学研究科
環境園芸学専攻生物資源科学コース
安藤 匡哉

ダンギク国内自生集団における表現型とハプロタイプに関する研究

目次

第 I 章 序論

1. 研究の背景	1
2. 研究の目的と構成	5

第 II 章 西九州におけるダンギク自生集団の地理的分布

1. 緒言	6
2. 方法	8
2.1 調査地域	8
2.2 自生集団の定義	8
2.3 自生地環境の記録	8
2.4 調査期間	10
3. 結果	11
3.1 長崎県対馬における自生地調査	11
3.2 西九州における自生地調査	20
3.3 報告集団の現状	38
3.4 自生個体の形態調査	40
4. 考察	44

第 III 章 ダンギク国内自生集団における表現型の多様性

1. 緒言	47
2. 対馬の 72 自生集団における生育調査	48
2.1 材料および方法	48
2.1.1 供試材料	48
2.1.2 栽培方法	48
2.1.3 計測方法	52
2.1.4 分析方法	58
2.2 結果	61

2.2.1	各変数の平均値および変動係数.....	61
2.2.2	変数間の相関関係	75
2.2.3	主成分分析	80
2.2.4	クラスター分析	86
2.2.5	有意差検定	86
2.3	考察	92
2.3.1	対馬集団における適応形質	92
2.3.2	表現型と自生地環境の相関	92
2.3.3	表現型による自生集団のグループ分類	92
2.3.4	まとめ	94
3.	西九州 57 自生集団の生育調査	95
3.1	材料および方法	95
3.1.1	供試材料	95
3.1.2	栽培方法	95
3.1.3	計測方法	95
3.1.4	分析方法	95
3.2	結果	98
3.2.1	各変数の平均値および変動係数	98
3.2.2	変数間の相関関係	109
3.2.3	主成分分析	114
3.2.4	クラスター分析	120
3.2.5	有意差検定	120
3.3	考察	125
3.3.1	対馬集団の生育調査結果との比較	125
3.3.2	表現型による各集団のグループ分類	125
3.3.3	まとめ	128
第 IV 章 ダンギク自生集団の遺伝的多様性および西九州における分布の変遷史		129
1.	緒言	129
2.	材料および方法	130

2.1 供試材料	130
2.2 調査領域	130
2.3 DNA 抽出および調整	132
2.4 PCR	134
2.5 アガロースゲル電気泳動	135
2.6 サイクルシーケンシング	137
2.7 ゲル濾過	138
2.8 DNA シーケンシング	139
2.9 分析方法	141
2.9.1 アライメント	141
2.9.2 系統樹	141
2.9.3 ハプロタイプネットワーク	141
3. 結果	142
3.1 葉緑体遺伝子領域の配列変異およびハプロタイプ	142
3.2 葉緑体 DNA ハプロタイプの地理的分布	146
3.3 核 DNA における ITS 領域の配列変異およびハプロタイプ	146
3.4 葉緑体 DNA ハプロタイプによる系統樹	151
3.5 葉緑体 DNA ハプロタイプによるハプロタイプネットワーク	151
4. 考察	154
4.1 Genbank 登録領域における国内自生集団と登録配列の比較	154
4.2 対馬における植栽集団の識別	154
4.3 地域間で共通する葉緑体 DNA ハプロタイプ	156
4.4 系統樹による自生集団の系統解析	156
4.5 ハプロタイプネットワークによる自生集団の系統解析	157
4.6 葉緑体 DNA ハプロタイプによる分布の変遷史	157
4.7 甌島列島集団における Chloroplast Capture	159
4.8 まとめ	160
第 V 章 総合考察	162
1. 本研究のまとめ	162

1.1 各章のまとめ.....	162
1.2 各地域における表現型と葉緑体 DNA ハプロタイプのグループ間の比較.....	163
1.3 甑島列島における Chloroplast Capture と表現型.....	165
1.4 西九州全域および各地域における表現型の多様性.....	166
1.5 国内自生集団の植物資源としての有用性.....	167
1.6 保全優先度の高い地域個体群.....	169
2. 今後の展望.....	172
引用文献.....	173
謝辞.....	178

第 I 章 序論

1. 研究の背景

カリガネソウ属 (*Caryopteris* Bunge.) は、アジア東部、ヒマラヤ山脈から日本までに分布するシソ科の多年草または低木である。乾燥した斜面や森林など様々な環境に自生する。花は晩夏から秋に咲き、頂生か腋生の円錐花序、または集散花序につき、青色、または白色の花色を示す。葉は対生し、単葉で、全縁あるいは鋸歯縁を示し、強い香りがあることが特徴である。カリガネソウ属は、花粉形態の分類および系統解析により、2003 年に改訂された APG (Angiosperm Phylogeny Group : 被子植物系統発生グループ) 植物分類体系の APG II 2003 から、クマツヅラ科からシソ科へ科が移り、現在では約 6 種が認められている (Abu-Asab *et al.*, 1993; Cantino *et al.*, 1999)。

ダンギク {*Caryopteris incana* (Thunb.) Miq.} は、中国、台湾、朝鮮半島、日本に自生する多年草または低木である (Horikawa, 1972; 牧野, 1961)。草丈は 30 cm から 1 m を超えることもあり、直立して株立ち性となるが、分枝することもあり、地上部全体に軟毛が多く灰緑色となる。卵形の葉は対生し、裏面には密に毛があって、やや灰白色となり、表面は灰緑色で粗い鋸歯がみられる。葉と茎には強い芳香がある (渡邊, 1994)。茎上部の葉腋から集散花序を伸ばし、青紫色の花を密集してつける。花序は茎に輪性状の花房をつけ下部から上部へ咲き上がる。合弁花の花冠は 5 裂し、裂片の下部は大きく、縁は細裂する。花にも芳香がある。短日植物であり、9~10 月に開花し、1~2 ヶ月間開花した後に上部の葉が枯れ落ちる。初冬には株元に少数の小葉がロゼット状に残り越冬する。果実は球形の朔果で、熟すと 4 つに割れ、分果には 1 個の種子が含まれる。果皮の縁に幅の狭い翼をもっている。和名の由来は、花房を段状につける性質と、葉がキクに似ていることから「段菊」という名がついたとされる。欧米では Blue Spirea の名が一般的である。

園芸的な利用として、仏花やフラワーアレンジメントのほか、庭植えに利用される。特に、ダンギクを種子親、*C. mongholica* Bunge. を花粉親とした交配種である *Caryopteris* × *clandonensis* A. Simmonds は、強健の園芸品種が多く、耐寒性を持つ品種はヨーロッパや

アメリカを中心にガーデン植物，または切花として利用されている(Miller, 2007). 日本においても‘サマーソルベット’や‘ダークナイト’などの園芸品種が流通している. 日本では宝永 7 年(1710)の江戸時代の書物『増補地錦抄』に「菊の名にて菊にあらずこまかに集りたる花ひらく葉段々に車に付て花も其ことく紫と白二種有」という記事が載せられており延宝 9 年(1681)の『花壇綱目』においても培養法が記されていることから，古くから観賞用に栽培されていたと考えられている(井上, 1982). しかし，現在国内で流通するダンギクの園芸品種は，花色が青紫色，白色(*C. incana* f. *candida* C.K. Schneid.)，および桃色(*C. incana* f. *rosea* Sugim.)の 3 色の品種のみであり，花色以外の形質において区別される園芸品種はほとんど作出されていない(種苗管理センター, 2004). そのため，ダンギクの園芸品種を多様化させる育種素材として，野生種における表現型の情報が必要であると考えられる.

これら園芸的な利用のほかに，ダンギクの植物体には独自物質 *incanoside* を含む，数種のフェニルプロパノイドグリコシドが含まれており(Gao and Han, 1997; Gao *et al.*, 1999, 2000; Li and Wang, 2004; Zhao *et al.*, 2009)，中国では百日咳や月経不順，湿疹，リウマチ痛などに対し薬効のある民間薬として用いられている(難波, 1980; 渡邊, 1994). また，GC/MS を用いた揮発性成分解析により，ダンギクを用いた燻蒸剤やエッセンシャルオイルにおいて，イネ科穀物の貯蔵製品害虫であるコクゾウムシに対し強力な殺虫効果が報告されている(Chu *et al.*, 2011). このように，ダンギクは園芸的な観賞価値以外に，機能性植物としての価値も持ち合わせている.

ダンギクの国内における自生地は西九州に限定されている(伊藤・川里, 1988). 西九州は陸橋を通じて大陸由来の生物と日本由来の生物の移出入が生じた地域として，他に類を見ない生物相を有していると注目されてきた(伊藤, 1997). この地域を含む東アジアでは第四紀における海水準の変動が，地形のダイナミックな変化をもたらした(Kimura, 1996; 2000; Ota, 1998; Kimura and Kimoto, 2006; Furukawa and Fujitani, 2014). その変動は，この地域における植物種の自生地の分断や接続を生じたことで，分布の変遷に大きく影響を与え，中国東部，朝鮮半島，そして西九州に種の多様性や固有性をもたらしたと考えられて

いる(Qian and Ricklefs, 2000; Harrison *et al.*, 2001). そのなかで、中国大陸から朝鮮半島を通じて日本へと移入してきた大陸系植物は、氷期における海水準の低下により陸地化した陸橋を通じて、分布を九州本土や本州西部にまで拡大させたと考えられている。それらの植物は、完新世における海水準および気温の上昇に伴い、各地に集団が分断隔離された状態で残存している植物種も多く存在する(Nakanishi, 1996; 2010)。ダンギクは、日本において西九州の島嶼、および九州本土西部に残存する大陸系植物の一種であると考えられている(伊藤, 1997)。

ダンギクは陽性の露岩地を主な自生地としており、土壌や有機物の蓄積した岩の裂け目などに生育する岩隙植物の性質を示し、イワヒバ *Selaginella tamariscina* (P.Beauv.) Spring. と同じ群集として観察されることもある(伊藤・川里, 1988)。このような自生環境から、ダンギクの各自生集団は連続的ではなく、局在的に分布する傾向にあり、同じ地域内においても複数の地域個体群に分かれて存在していると考えられる。また、土地造成、道路整備、踏みつけなどを主要因とする自生地の破壊により、自生個体数が減少傾向にあり、2000年には『絶滅危惧 II 類(VU)』としてレッドデータブックに記載された(Environment Agency of Japan, 2000)。平均減少率は約 30%、100年後の絶滅確率は約 20%と報告されており、2015年に作成された環境省第 4 次レッドリストにおいても絶滅危惧 II 類として記載されている(環境省レッドリスト 2015, <http://www.env.go.jp/press/files/jp/28075.pdf>)。また県区分では、長崎県において準絶滅危惧(NT)、鹿児島県において絶滅危惧 I 類(CR+EN)として記載されている(長崎市レッドリスト, http://www.city.nagasaki.lg.jp/shimin/170000/175000/p004017_d/fil/redlist.pdf; 鹿児島県レッドリスト, <http://www.pref.kagoshima.jp/ad04/kurashi-kankyo/kankyo/yasei/redata/plant-list1.html>)。

日本におけるダンギクの自生地調査は、伊藤・川里(1988)によって 1988 年に報告されている。伊藤・川里は、長崎県の対馬、平戸島、北松浦地方、西彼杵半島、長崎市周辺、五島列島、男女群島、および鹿児島県の甬島列島において 32 自生集団を確認している(Fig. 1-1)。しかし 1988 年以降、ダンギク自生集団の詳細な分布調査の報告はなく、各自生集団の現状の確認はおこなわれていない。

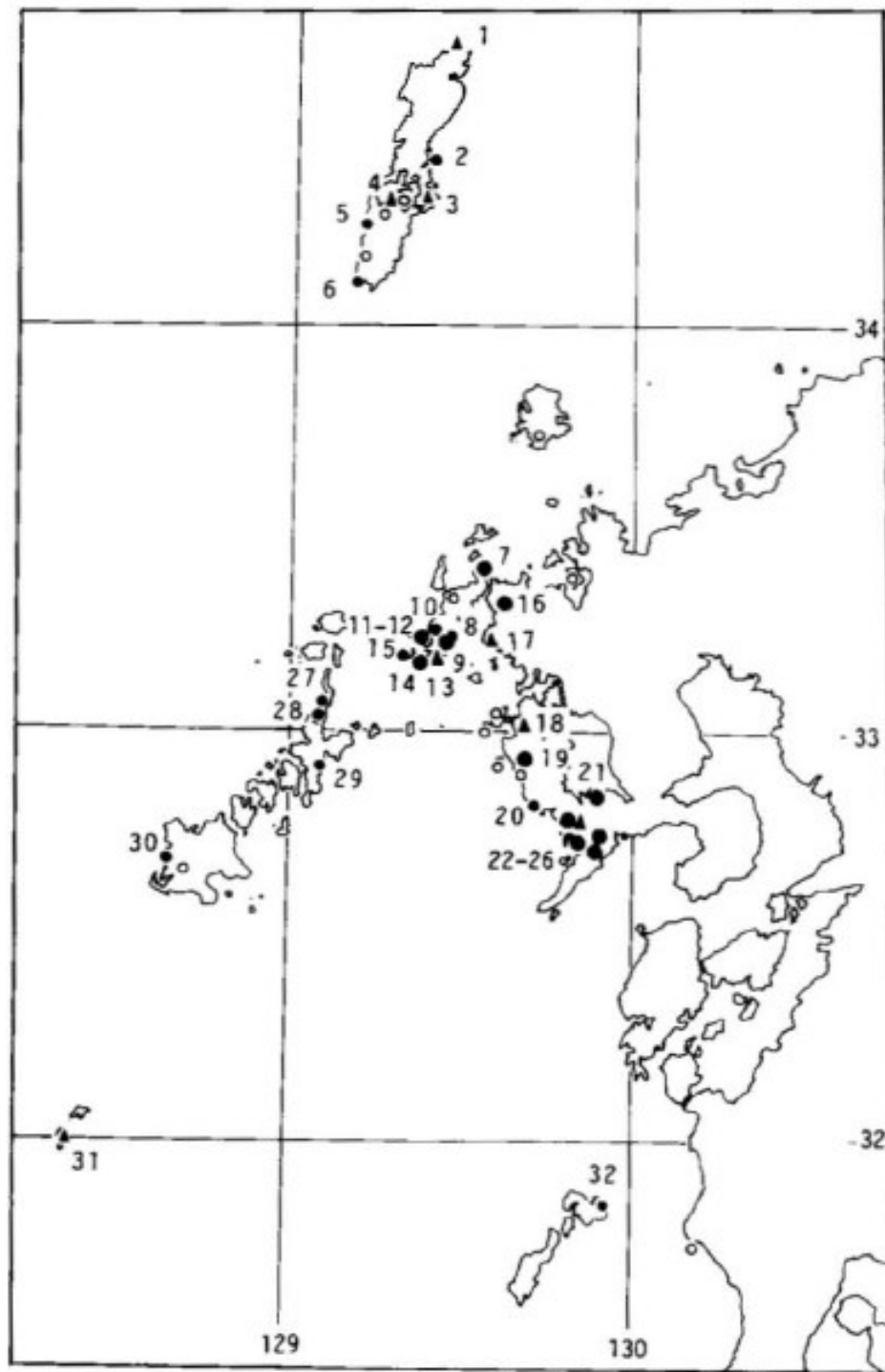


Fig. 1-1. 1988年に報告された西九州におけるダンギク自生集団の地理的分布
(伊藤・川里, 1988)

2. 研究の目的と構成

本研究は、西九州におけるダンギク自生集団の自生地調査をおこない、現在の分布状況を確認することを目的とした。また、国内自生集団における多様性を把握し、植物資源としての有用性を明らかにすることを目的とした。

第 II 章では、国内におけるダンギク自生集団の現状を確認するため、自生地調査をおこなった。これにより、自生集団の規模や標高を記録するとともに、各自生個体の形態調査をおこなった。自生地調査は 1988 年に報告された集団を中心におこない、近年の土地造成や道路整備による自生地への影響を確認するとともに、新たな自生地の探索することで、絶滅危惧種であるダンギクの国内における詳細な分布地図を作成した。

第 III 章では、第 II 章において確認した各自生集団の表現型の多様性を把握するため、採集種子を用いた同一栽培条件下における生育調査をおこなった。これにより、45 項目から評価した表現型によって各自生集団を分類するとともに、自生地環境および地理的分布の関連性を調査した。

第 IV 章では、国内における自生集団の遺伝的多様性を把握するため、DNA シークエンス解析による遺伝子解析をおこなった。これにより、地域間および地域内の遺伝構造を明らかにするとともに、地史と照らし合わせることで、西九州における分布の変遷史を推察した。

第 V 章では、第 II 章から第 IV 章までに得られたダンギク自生集団の地理的分布、表現型および遺伝的多様性に関する総合考察をおこなった。

得られた調査結果について、国内における分布地図、および各自生集団のハプロタイプ情報は、絶滅のおそれのある地域個体群や保全ユニットの設定に対し有効な情報を提供できると考えられる。また、西九州に分布する大陸系植物の過去の分布変遷のシナリオは、系統地理学的研究の情報蓄積に貢献すると考えられる。さらに、各自生集団の表現型の情報は、新たな園芸品種作出のための植物資源として有用な情報になると考えられる。

第 II 章 西九州におけるダンギク自生集団の地理的分布

1. 緒言

本章では，西九州におけるダンギク自生集団の現在の分布状況を確認するため，伊藤・川里(1988)の報告をもとに，自生地調査をおこなった．調査は 2007 年から 2010 年にかけて調査し，長崎県対馬，長崎県九州本土側(以降，長崎本土と記載)，佐賀県県境付近，長崎県五島列島，および鹿児島県甬島列島を調査した(Fig. 2-1)．調査集団から種子を採集するため，自生地調査は晩秋から冬期におこなった．

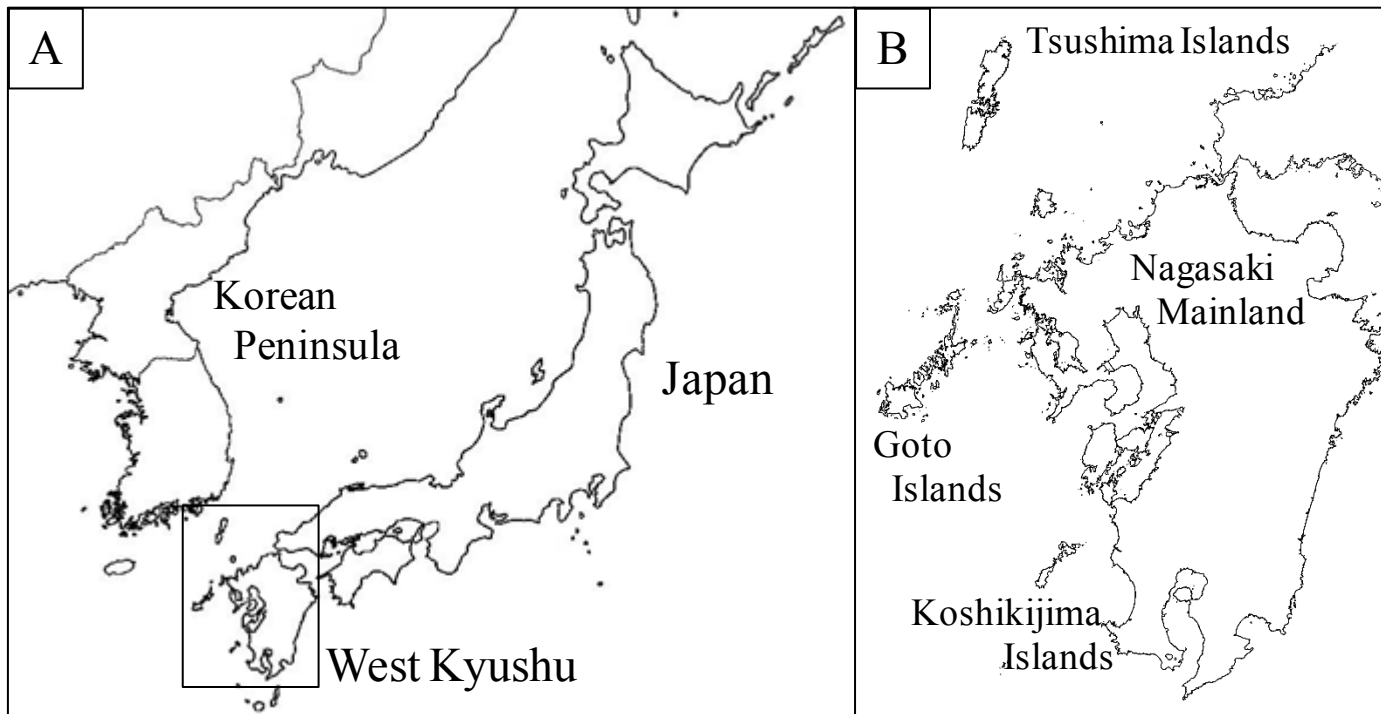


Fig. 2-1. Map showing the location of the study area.
(A) Geographical location of West Kyusyu, Japan. (B) Outline of West Kyusyu.

2. 方法

2.1 調査地域

伊藤・川里(1988)により報告された地点をもとに，長崎県の対馬，壱岐島，平戸島，北松浦地方，西彼杵半島，長崎市周辺，五島列島，佐賀県の県境付近，および鹿児島県の甬島列島を調査した．男女群島における自生集団の報告は，外山ら(1968)による調査報告であり，伊藤自身による 1983 年の自生地調査において自生集団を確認していなかったことから本研究では調査を見送った．本研究では，伊藤・川里(1988)により報告された自生地の現状を確認するとともに，1 / 25,000 地図よりダンギクの生育に好適と考えられる露岩地を調査地点として設定し，新たな自生地の探索をおこなった．

2.2 自生集団の定義

ダンギクは陽性の露岩地を主な自生環境としており，他の植物の密集する地点や林床などの湿った土壌には生育がみられないことから，個体群として認識可能な個体の集合が局在的であり，空間的に隔離した状態で自生している(Fig. 2-2, 2-3)．また，ダンギクの種子は，1.5 mm 程度の球形の朔果で 4 つに割れ果皮の縁が幅狭い翼状を示すが，分果の大きさに対して翼状の縁が小さいことから効率の悪い風散布種子であり，種子移動の範囲は狭いと考えられる(伊藤・川里, 1988)．そのため，本研究では個体間の距離が 2 km 以上離れた個体群を，現在種子交流が生じていない別の個体群として識別し，この各個体群を『自生集団』として定義した．

2.3 自生地環境の記録

自生個体を確認した各自生集団において，緯度および経度，標高，集団内個体数を記録した．集団内個体数は 20 個体未満，20 個体以上 100 個体未満，100 個体以上の 3 グループに分類した．2014 年におこなった対馬における再調査では，500 個体以上の大規模集団を除き，集団内個体数の計数をおこなった．また，メジャーを用いておおよその分布面積



Fig. 2-2. 内陸地における隔離された自生地(長崎本土)



Fig. 2-3. 海岸地における隔離された自生地(五島列島)

を記録した。自生地における形態調査として、1～7 個体の結実した個体を対象に、結実時草丈と主茎の花房数(以下、花房数と記載)を記録した。また、各自生集団において結実個体から無作為に種子を採集した。

2.3 調査期間

1) 自生地調査期間と調査同行学生および指導教官

調査に同行した学生は同研究室の卒業生を含む(敬称略)。

(1) 長崎県・対馬

2007 年 11 月 23 日～11 月 27 日 (谷口・渡辺・松原)

2007 年 12 月 13 日～12 月 15 日 (谷口・渡辺・松原)

2008 年 10 月 20 日～10 月 22 日 (桑原・谷口・渡辺・松原)

2010 年 11 月 28 日～11 月 30 日 (安藤・神近・渡辺)

2014 年 7 月 3 日～7 月 5 日 (安藤・斎藤・渡辺)

(2) 長崎県および佐賀県・九州本土

2008 年 11 月 20 日～11 月 24 日 (桑原・渡辺・松原)

2008 年 12 月 8 日～12 月 12 日 (桑原・渡辺・松原)

2009 年 12 月 1 日 (安藤・渡辺)

2010 年 1 月 17 日～1 月 18 日 (安藤・渡辺)

(3) 長崎県・壱岐

2010 年 1 月 16 日 (安藤・渡辺)

(4) 長崎県・五島列島

2009 年 11 月 14 日～11 月 19 日 (安藤・渡辺・松原)

2009 年 11 月 30 日 (安藤・渡辺)

2010 年 1 月 15 日 (安藤・渡辺)

(5) 鹿児島県・甕島

2009 年 12 月 2 日～12 月 3 日 (安藤・渡辺)

3. 結果

3.1 長崎県対馬における自生地調査

対馬における自生地調査では，調査した 111 地点中，72 自生集団を確認した(Fig. 2-4, Table 2-1). 伊藤・川里(1988)の報告と同様に，全島各地に広く分布しており，道路沿いなどの民家付近にも自生していた．ダンギクの自生集団は主に海岸の露岩地，あるいは山中の陽性の露岩地に分布していることを確認した(Fig. 2-5). また，道路整備の際に法面加工されたコンクリートの隙間，および緑化加工された斜面においても生育を確認した(Fig. 2-6). さらに漁港や砂浜の近辺では，護岸工事によって天然の海岸の露岩地が埋め立てられており，内陸の林と海岸の埋め立て地に挟まれた露岩地に，少数個体が生育する様子がみられた．つる性植物が岩に密集して付着している地点では，ダンギクの個体数が少なかったことから，他の植物との生存競争を避けて自生している様子がみられた．海岸地では風の強く吹き付けるような岩肌には生育が確認されず，入り江のような風の弱い地点において自生している様子が確認された．

自生地環境として，海水面からの距離が約 20 m 未満の自生地を海岸地，約 20m 以上の自生地を内陸地として分類すると，海岸地における自生集団は 39 集団であり標高の平均および標準誤差は 5.6 ± 1.4 m 程度を示し，海水が直接接触れる場所よりも上部に自生していた(Fig. 2-7). 一方で，内陸地の自生集団は 33 集団だった(Fig. 2-8). 南島では 22 集団が北島では 50 集団が確認され，北島に多くの自生集団が分布していた．南島および北島の中央部の内陸地における自生集団は少なかった．また，海岸地における集団内個体数の平均は 120.5 ± 39.3 個体であり，内陸地における集団内個体数の平均 172.9 ± 36.5 個体より少ない傾向がみられた．

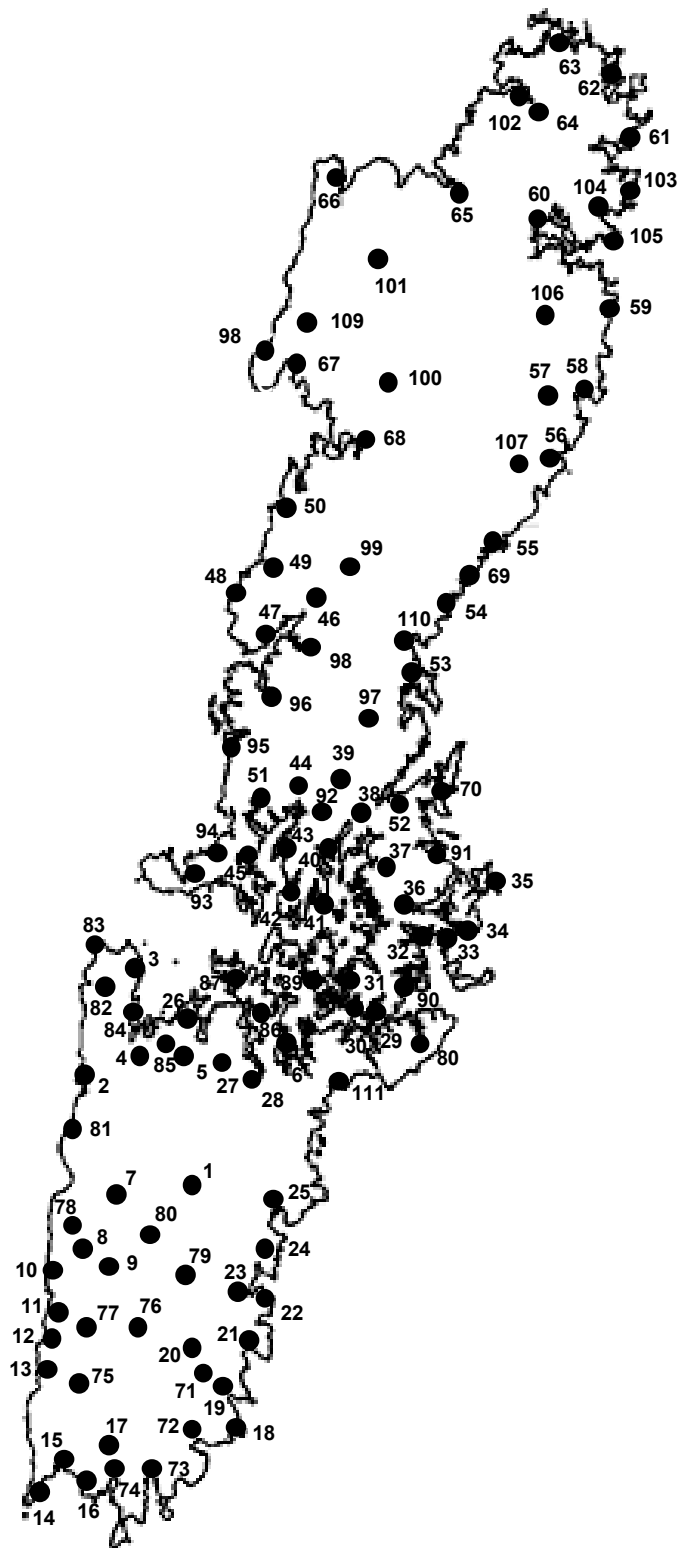


Fig. 2-4.1. Survey points in Tsushima Islands, Nagasaki. Black circles indicate each survey number. (CT 1-111)

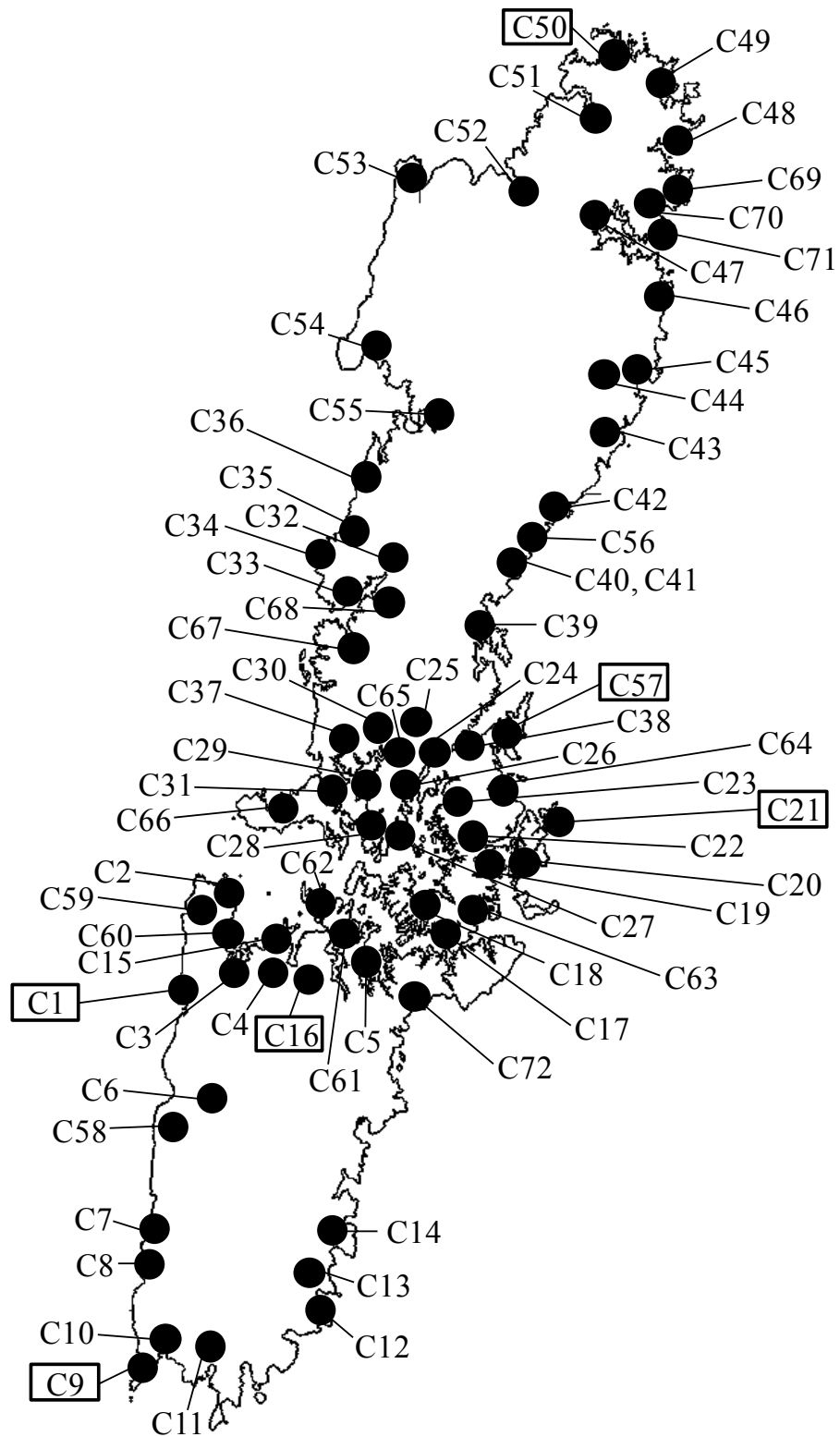


Fig. 2-4.2. Distribution of *C. incana* in Tsushima Islands.
 Black circles indicate each population. Numbers label different populations. (C1-72)
 Boxed labels indicate populations reported by Itow and Kawasato (1988).

Table 2-1.1. The survey point number, population label, location, latitude, longitude, altitude and survey date in Tsushima Islands.

survey point number	population label	location	north latitude	east longitude	altitude (m)	population area (m ²)	number of individuals		survey date
							2007	2011	
CT1		長崎県対馬市厳原町下原	34 ° 13 ' 44 "	129 ° 15 ' 54 "	336				2007/11/23
CT2	C1	長崎県対馬市厳原町阿連	34 ° 16 ' 26 "	129 ° 12 ' 31 "	37	675	20-100	67	2007/11/23
CT3	C2	長崎県対馬市美津島町尾崎	34 ° 19 ' 5 "	129 ° 13 ' 42 "	3	60	20-100	9	2007/11/23
CT4	C3	長崎県対馬市美津島町吹崎	34 ° 17 ' 34 "	129 ° 14 ' 3 "	4	79.5	100<	14	2007/11/23
CT5	C4	長崎県対馬市美津島町箕形	34 ° 17 ' 28 "	129 ° 15 ' 28 "	7	over ^a	100<	over ^b	2007/11/23
CT6	C5	長崎県対馬市美津島町竹敷	34 ° 17 ' 30 "	129 ° 18 ' 6 "	19	1410	20-100	46	2007/11/23
CT7	C6	長崎県対馬市厳原町下原	34 ° 13 ' 46 "	129 ° 13 ' 4 "	24	1305	100<	51	2007/11/24
CT8		長崎県対馬市厳原町椎根	34 ° 12 ' 36 "	129 ° 12 ' 9 "	66				2007/11/24
CT9		長崎県対馬市厳原町椎根	34 ° 11 ' 50 "	129 ° 12 ' 41 "	115				2007/11/24
CT10		長崎県対馬市厳原町上槻	34 ° 11 ' 21 "	129 ° 10 ' 43 "	2				2007/11/24
CT11	C7	長崎県対馬市厳原町久根浜	34 ° 10 ' 3 "	129 ° 10 ' 38 "	6	4	20-100	2	2007/11/24
CT12	C8	長崎県対馬市厳原町久根浜	34 ° 9 ' 29 "	129 ° 10 ' 37 "	73	272	100<	29	2007/11/24
CT13		長崎県対馬市厳原町佐須瀬	34 ° 9 ' 1 "	129 ° 10 ' 30 "	3				2007/11/24
CT14	C9	長崎県対馬市厳原町豆酸	34 ° 6 ' 48 "	129 ° 10 ' 30 "	109	over	100<	over	2007/11/24
CT15	C10	長崎県対馬市厳原町豆酸	34 ° 6 ' 56 "	129 ° 10 ' 36 "	84	22.5	100<	230	2007/11/24
CT16		長崎県対馬市厳原町豆酸	34 ° 6 ' 39 "	129 ° 11 ' 53 "	1				2007/11/24
CT17	C11	長崎県対馬市厳原町浅藻	34 ° 7 ' 12 "	129 ° 13 ' 5 "	70	20	<20	16	2007/11/24
CT18	C12	長崎県対馬市厳原町安神	34 ° 8 ' 18 "	129 ° 16 ' 22 "	71	175	100<	83	2007/11/24
CT19	C13	長崎県対馬市厳原町安神	34 ° 8 ' 47 "	129 ° 16 ' 34 "	10	4	<20	3	2007/11/24
CT20		長崎県対馬市厳原町内山	34 ° 9 ' 36 "	129 ° 15 ' 20 "	436				2007/11/24
CT21	C14	長崎県対馬市厳原町尾浦	34 ° 9 ' 56 "	129 ° 17 ' 2 "	6	5	<20	9	2007/11/24
CT22		長崎県対馬市厳原町久田	34 ° 11 ' 20 "	129 ° 17 ' 33 "	22				2007/11/24
CT23		長崎県対馬市厳原町西里	34 ° 11 ' 32 "	129 ° 17 ' 11 "	5				2007/11/24
CT24		長崎県対馬市厳原町東里	34 ° 12 ' 21 "	129 ° 17 ' 51 "	88				2007/11/24
CT25		長崎県対馬市厳原町南室	34 ° 13 ' 18 "	129 ° 17 ' 51 "	2				2007/11/25
CT26	C15	長崎県対馬市美津島町吹崎	34 ° 18 ' 1 "	129 ° 15 ' 8 "	13	26	<20	15	2007/11/25
CT27	C16	長崎県対馬市美津島町箕形	34 ° 17 ' 25 "	129 ° 15 ' 43 "	3	13	20-100	65	2007/11/25
CT28		長崎県対馬市美津島町洲藻	34 ° 16 ' 38 "	129 ° 17 ' 24 "	1				2007/11/25
CT29	C17	長崎県対馬市美津島町大山	34 ° 18 ' 35 "	129 ° 21 ' 10 "	14	over	100<	over	2007/11/25
CT30		長崎県対馬市美津島町大山	34 ° 18 ' 16 "	129 ° 20 ' 41 "	8				2007/11/25

^a over 3000 m². ^b over 500 individuals.

Table 2-1.2. The survey point number, population label, location, latitude, longitude, altitude and survey date in Tsushima Islands.

survey point number	population label	location	north latitude	east longitude	altitude (m)	population area (m ²)	number of individuals		survey date
							2007	2011	
CT31	C18	長崎県対馬市美津島町大山	34 ° 19 ' 4 "	129 ° 20 ' 17 "	17	over	100<	over	2007/11/25
CT32	C19	長崎県対馬市美津島町鴨居瀬	34 ° 20 ' 15 "	129 ° 22 ' 12 "	6	16	100<	7	2007/11/25
CT33		長崎県対馬市美津島町鴨居瀬	34 ° 20 ' 11 "	129 ° 23 ' 13 "	6				2007/11/25
CT34	C20	長崎県対馬市美津島町鴨居瀬	34 ° 20 ' 21 "	129 ° 23 ' 29 "	4	over	<20	over	2007/11/25
CT35	C21	長崎県対馬市美津島町鴨居瀬	34 ° 21 ' 10 "	129 ° 24 ' 20 "	8	80	100<	40	2007/11/25
CT36	C22	長崎県対馬市美津島町芦浦	34 ° 20 ' 46 "	129 ° 21 ' 53 "	6	720	20-100	87	2007/11/25
CT37	C23	長崎県対馬市美津島町濃部	34 ° 22 ' 23 "	129 ° 21 ' 9 "	1	10	<20	27	2007/11/25
CT38	C24	長崎県対馬市豊玉町和板	34 ° 23 ' 0 "	129 ° 20 ' 32 "	11	2100	20-100	over	2007/11/25
CT39	C25	長崎県対馬市豊玉町仁位	34 ° 23 ' 2 "	129 ° 19 ' 43 "	50	100	20-100	9	2007/11/25
CT40	C26	長崎県対馬市豊玉町嵯峨	34 ° 21 ' 58 "	129 ° 19 ' 11 "	19	192	100<	49	2007/11/25
CT41	C27	長崎県対馬市豊玉町貝鮎	34 ° 20 ' 56 "	129 ° 18 ' 57 "	15	50	20-100	20	2007/11/25
CT42	C28	長崎県対馬市豊玉町貝鮎	34 ° 21 ' 0 "	129 ° 18 ' 41 "	39	1	<20	1	2007/11/25
CT43	C29	長崎県対馬市豊玉町佐志賀	34 ° 21 ' 45 "	129 ° 18 ' 32 "	37	2	100<	3	2007/11/25
CT44	C30	長崎県対馬市豊玉町仁位	34 ° 23 ' 2 "	129 ° 18 ' 54 "	28	2	100<	6	2007/11/25
CT45	C31	長崎県対馬市豊玉町貝口	34 ° 21 ' 57 "	129 ° 16 ' 44 "	26	2870	<20	131	2007/11/25
CT46	C32	長崎県対馬市峰町三根	34 ° 27 ' 52 "	129 ° 18 ' 53 "	4	768	100<	over	2007/11/25
CT47	C33	長崎県対馬市峰町狩尾	34 ° 27 ' 26 "	129 ° 17 ' 57 "	5	17.5	<20	15	2007/11/25
CT48	C34	長崎県対馬市峰町青海	34 ° 28 ' 16 "	129 ° 16 ' 56 "	25	126	<20	10	2007/11/25
CT49	C35	長崎県対馬市峰町津柳	34 ° 29 ' 7 "	129 ° 17 ' 47 "	106	1482	20-100	163	2007/11/25
CT50	C36	長崎県対馬市上対馬町女連	34 ° 30 ' 37 "	129 ° 18 ' 7 "	8	1	<20	3	2007/11/25
CT51	C37	長崎県対馬市豊玉町佐保	34 ° 23 ' 15 "	129 ° 17 ' 18 "	2	8	<20	0	2007/11/25
CT52	C38	長崎県対馬市豊玉町鍵川	34 ° 23 ' 33 "	129 ° 21 ' 22 "	22	1230	100<	125	2007/11/26
CT53	C39	長崎県対馬市峰町櫛	34 ° 26 ' 8 "	129 ° 22 ' 1 "	12	over	<20	over	2007/11/26
CT54	C40,C41	長崎県対馬市峰町志多賀	34 ° 28 ' 30 "	129 ° 23 ' 26 "	30	over	20-100	over	2007/11/26
CT55	C42	長崎県対馬市峰町志多賀	34 ° 29 ' 31 "	129 ° 24 ' 7 "	65	over	100<	over	2007/11/26
CT56	C43	長崎県対馬市上対馬町小鹿	34 ° 31 ' 17 "	129 ° 26 ' 4 "	38	over	100<	over	2007/11/26
CT57	C44	長崎県対馬市上対馬町琴	34 ° 33 ' 5 "	129 ° 27 ' 3 "	67	370	<20	53	2007/11/26
CT58	C45	長崎県対馬市上対馬町琴	34 ° 33 ' 10 "	129 ° 27 ' 33 "	18	4	<20	7	2007/11/26
CT59	C46	長崎県対馬市上対馬町五根緒	34 ° 35 ' 54 "	129 ° 28 ' 27 "	1	over	20-100	7	2007/11/26
CT60	C47	長崎県対馬市上対馬町大增	34 ° 37 ' 37 "	129 ° 26 ' 37 "	21	750	20-100	41	2007/11/26

Table 2-1.3. The survey point number, population label, location, latitude, longitude, altitude and survey date in Tsushima Islands.

survey point number	population label	location	north latitude	east longitude	altitude (m)	population area (m ²)	number of individuals		survey date
							2007	2011	
CT61	C48	長崎県対馬市上対馬町西泊	34 ° 39 ' 28 "	129 ° 28 ' 51 "	12	195	20-100	75	2007/11/26
CT62	C49	長崎県対馬市上対馬町泉	34 ° 40 ' 57 "	129 ° 28 ' 20 "	13	1	100<	1	2007/11/26
CT63	C50	長崎県対馬市上対馬町鱒浦	34 ° 41 ' 40 "	129 ° 26 ' 21 "	8	175	20-100	23	2007/11/26
CT64	C51	長崎県対馬市上対馬町大浦	34 ° 40 ' 26 "	129 ° 25 ' 55 "	8	120	100<	16	2007/11/26
CT65	C52	長崎県対馬市上県町佐須奈	34 ° 38 ' 26 "	129 ° 23 ' 37 "	14	180	100<	40	2007/11/26
CT66	C53	長崎県対馬市上県町佐護	34 ° 38 ' 38 "	129 ° 19 ' 37 "	91	1050	100<	over	2007/11/26
CT67	C54	長崎県対馬市上県町志多留	34 ° 33 ' 55 "	129 ° 18 ' 31 "	31	400	<20	13	2007/11/26
CT68	C55	長崎県対馬市上県町檜滝	34 ° 32 ' 6 "	129 ° 20 ' 33 "	14	56	20-100	48	2007/11/26
CT69	C56	長崎県対馬市峰町志多賀	34 ° 28 ' 43 "	129 ° 23 ' 39 "	10	25	<20	25	2007/11/26
CT70	C57	長崎県対馬市豊玉町横浦	34 ° 23 ' 16 "	129 ° 22 ' 6 "	91	1480	<20	28	2007/11/26
CT71		長崎県対馬市巖原町安神	34 ° 9 ' 8 "	129 ° 15 ' 46 "	260				2007/12/13
CT72		長崎県対馬市巖原町久和	34 ° 7 ' 41 "	129 ° 15 ' 39 "	3				2007/12/13
CT73		長崎県対馬市巖原町豆酸内院	34 ° 6 ' 33 "	129 ° 13 ' 50 "	38				2007/12/13
CT74		長崎県対馬市巖原町浅藻	34 ° 6 ' 35 "	129 ° 12 ' 56 "	4				2007/12/13
CT75		長崎県対馬市巖原町豆酸瀬	34 ° 8 ' 51 "	129 ° 11 ' 30 "	157				2007/12/13
CT76		長崎県対馬市巖原町内山	34 ° 9 ' 58 "	129 ° 13 ' 59 "	192				2007/12/13
CT77		長崎県対馬市巖原町久根浜	34 ° 9 ' 36 "	129 ° 11 ' 36 "	194				2007/12/13
CT78	C58	長崎県対馬市巖原町椎根	34 ° 13 ' 9 "	129 ° 11 ' 42 "	19	70	<20	12	2007/12/13
CT79		長崎県対馬市巖原町久田	34 ° 11 ' 11 "	129 ° 15 ' 42 "	242				2007/12/14
CT80		長崎県対馬市巖原町檜根	34 ° 12 ' 32 "	129 ° 14 ' 34 "	70				2007/12/14
CT81		長崎県対馬市巖原町阿連	34 ° 14 ' 55 "	129 ° 11 ' 27 "	167				2007/12/14
CT82	C59	長崎県対馬市美津島町今里	34 ° 19 ' 1 "	129 ° 12 ' 44 "	146	4	<20	4	2007/12/14
CT83		長崎県対馬市美津島町今里	34 ° 19 ' 47 "	129 ° 12 ' 22 "	10				2007/12/14
CT84	C60	長崎県対馬市美津島町尾崎	34 ° 18 ' 25 "	129 ° 13 ' 26 "	10	over	100<	162	2007/12/14
CT85		長崎県対馬市美津島町箕形	34 ° 17 ' 39 "	129 ° 15 ' 27 "	25				2007/12/14
CT86	C61	長崎県対馬市美津島町黒瀬	34 ° 18 ' 16 "	129 ° 17 ' 39 "	51	over	100<	0	2007/12/14
CT87	C62	長崎県対馬市美津島町黒瀬	34 ° 18 ' 51 "	129 ° 16 ' 48 "	10	over	100<	over	2007/12/14
CT88		長崎県対馬市美津島町緒方	34 ° 17 ' 29 "	129 ° 22 ' 29 "	28				2007/12/14
CT89		長崎県対馬市美津島町島山	34 ° 19 ' 13 "	129 ° 19 ' 0 "	17				2007/12/14
CT90	C63	長崎県対馬市美津島町犬吠	34 ° 18 ' 50 "	129 ° 21 ' 57 "	17	304	100<	68	2007/12/14

Table 2-1.4. The survey point number, population label, location, latitude, longitude, altitude and survey date in Tsushima Islands.

survey point number	population label	location	north latitude	east longitude	altitude (m)	population area (m ²)	number of individuals		survey date
							2007	2011	
CT91	C64	長崎県対馬市美津島町賀谷	34 ° 22 ' 18 "	129 ° 22 ' 39 "	21	390	20-100	188	2007/12/14
CT92	C65	長崎県対馬市豊玉町仁位	34 ° 23 ' 0 "	129 ° 18 ' 57 "	30	199	20-100	50	2007/12/14
CT93	C66	長崎県対馬市豊玉町廻	34 ° 21 ' 49 "	129 ° 14 ' 37 "	19	21	20-100	9	2007/12/14
CT94		長崎県対馬市豊玉町唐洲	34 ° 21 ' 54 "	129 ° 15 ' 59 "	21				2007/12/14
CT95		長崎県対馬市豊玉町志多浦	34 ° 24 ' 32 "	129 ° 16 ' 29 "	7				2007/12/14
CT96	C67	長崎県対馬市豊玉町田	34 ° 26 ' 14 "	129 ° 17 ' 36 "	4	over	100<	over	2007/12/14
CT97		長崎県対馬市豊玉町曾	34 ° 24 ' 50 "	129 ° 20 ' 19 "	51				2007/12/15
CT98	C68	長崎県対馬市峰町吉田	34 ° 27 ' 4 "	129 ° 18 ' 55 "	5	530	<20	47	2007/12/15
CT99		長崎県対馬市峰町三根	34 ° 29 ' 5 "	129 ° 20 ' 31 "	61				2007/12/15
CT100		長崎県対馬市上県町瀬田	34 ° 33 ' 43 "	129 ° 21 ' 19 "	53				2007/12/15
CT101		長崎県対馬市上県町佐護	34 ° 36 ' 21 "	129 ° 21 ' 20 "	16				2007/12/15
CT102		長崎県対馬市上対馬町河内	34 ° 40 ' 29 "	129 ° 25 ' 23 "	148				2007/12/15
CT103	C69	長崎県対馬市上対馬町富浦	34 ° 37 ' 53 "	129 ° 28 ' 41 "	37	400	100<	75	2007/12/15
CT104	C70	長崎県対馬市上対馬町唐舟志	34 ° 37 ' 44 "	129 ° 28 ' 32 "	4	30	100<	9	2007/12/15
CT105	C71	長崎県対馬市上対馬町唐舟志	34 ° 37 ' 6 "	129 ° 28 ' 44 "	15	450	20-100	44	2007/12/15
CT106		長崎県対馬市上対馬町舟志	34 ° 35 ' 19 "	129 ° 25 ' 57 "	29				2007/12/15
CT107		長崎県対馬市上対馬町小鹿	34 ° 30 ' 59 "	129 ° 25 ' 7 "	143				2007/12/15
CT108		長崎県対馬市上県町志多留	34 ° 34 ' 9 "	129 ° 17 ' 31 "	1				2007/12/15
CT109		長崎県対馬市上県町志多留	34 ° 35 ' 0 "	129 ° 19 ' 2 "	83				2007/12/15
CT110		長崎県対馬市峰町佐賀	34 ° 27 ' 22 "	129 ° 21 ' 36 "	40				2007/12/15
CT111	C72	長崎県対馬市美津島町鶏知	34 ° 16 ' 28 "	129 ° 19 ' 56 "	15	over	20-100	3	2007/12/15



Fig. 2-5. 対馬における陽性の露岩地に自生するダンギク



Fig. 2-6. 法面工事によるコンクリートの隙間に生育する様子



Fig. 2-7. 対馬における海岸の自生地(C14)



Fig. 2-8. 対馬における内陸の自生地(C24)

3.2 西九州における自生地調査

対馬以外の西九州における自生地調査では、調査した 257 地点中、37 地点において自生集団を確認した。各地域では、長崎本土において 16 集団(Fig. 2-9, Table 2-2)、五島列島において 16 集団(Fig. 2-10, Table 2-3)、甬島列島において 5 集団(Fig. 2-11, Table 2-4)を確認した。長崎県壱岐島における自生地調査もおこなったが、伊藤・川里(1988)の報告と同様に、外山(1977)により報告された自生集団は確認されなかった(Fig. 2-12, Table 2-2)。

五島列島では、海岸沿いに 6 集団を確認し、対馬と同様に道路沿いの露岩地などの人里に近い環境においても自生集団を確認した。南端の福江島、およびその北東に位置する久賀島では、20 個体未満の小規模集団が多く、奈留島、およびその北東に位置する中通島では、100 個体以上の大規模集団が多い傾向がみられた。

長崎本土では、中央部の海岸沿いの C83 を除いて内陸地に分布しており、特に標高の高い山頂付近などに自生地が限定されていた(Fig. 2-13)。長崎本土北西部の平戸島に分布する自生集団に比べ、市街地に近い長崎本土南部の長崎市周辺に分布する自生集団において、集団内個体数が少ない傾向がみられた。また、長崎県東部および佐賀県県境付近より東側では、ダンギクの生育に好適と考えられる環境においても、自生集団は確認されなかった。

甬島列島では、他地域に比べ自生集団が少なく、下甬島では 1 集団のみ確認された。下甬島の C107 は集団内個体数が 100 個体以上の大規模集団だったが、上甬島と中甬島の C103 から C105 は 20 個体未満の小規模集団だった。上甬島において集団内個体数が 100 個体以上の C106 は、道路沿いの緑化加工跡にみられた集団であり、植栽の可能性が示唆された(Fig. 2-14)。

調査地点のなかで、五島列島の久賀島、長崎本土北部の的山大島、甬島列島の中甬島の自生集団は、伊藤・川里(1988)による報告のない地点であり、新規の自生地として確認した。本研究の自生地調査により、伊藤・川里によって報告された集団を除いて、新たに 90 自生集団を確認した。

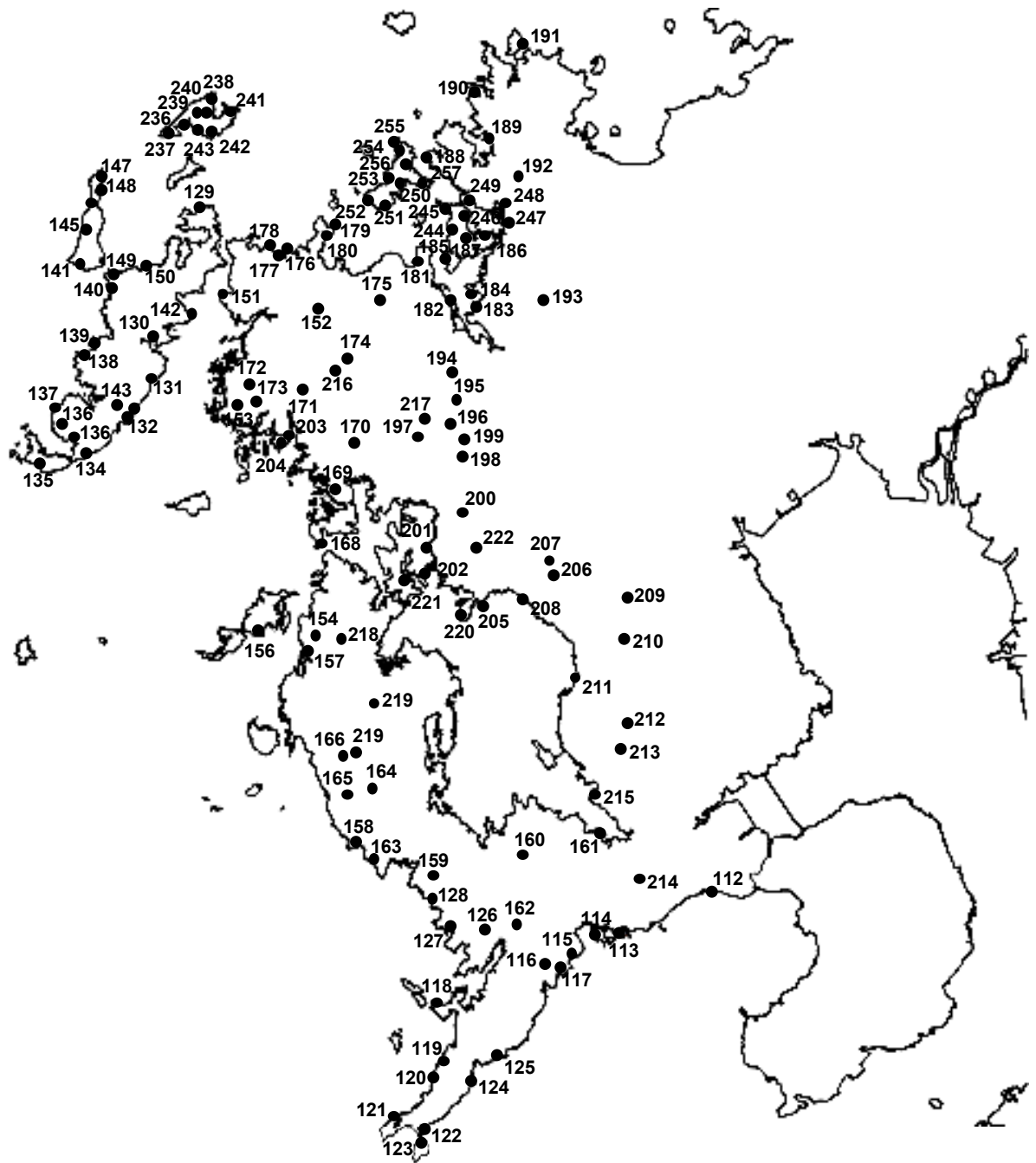


Fig. 2-9.1. Survey points in Nagasaki Mainland. Black circles indicate each survey number.
(CN 112-222, 236-257)

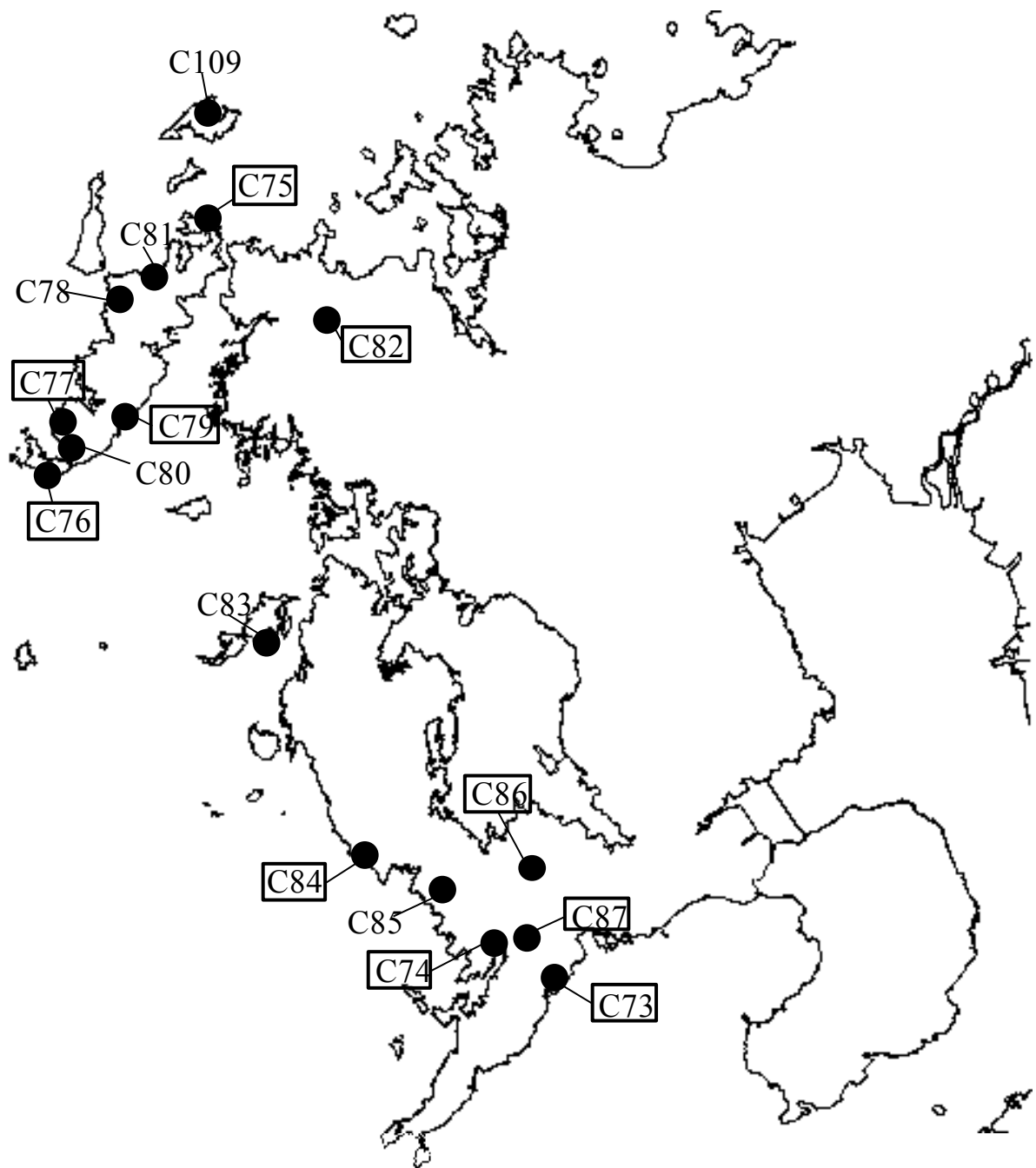


Fig. 2-9.2. Distribution of *C. incana* in Nagasaki Mainland.
 Black circles indicate each population. Numbers label different populations. (C73-87,109)
 Boxed labels indicate populations reported by Itow and Kawasato (1988).

Table 2-2.1. The survey point number, population label, location, latitude, longitude, altitude and survey date in Nagasaki Mainland.

survey point number	population label	location	north latitude	east longitude	altitude (m)	number of individuals	survey date
CN112		長崎県諫早市松里町 有喜・UKIビーチ 岩場	32 ° 47 ' 41 "	130 ° 5 ' 17 "	5		2008/11/20
CN113		長崎県諫早市飯盛町池下 結の浜マリパーク	32 ° 45 ' 16 "	129 ° 59 ' 32 "	20		2008/11/20
CN114		長崎県長崎市牧島町	32 ° 45 ' 22 "	129 ° 58 ' 0 "	15		2008/11/20
CN115		長崎県長崎市太田尾町	32 ° 43 ' 54 "	129 ° 56 ' 25 "	7		2008/11/20
CN116	C73	長崎県長崎市 小甕岩	32 ° 43 ' 52 "	129 ° 54 ' 57 "	340	<20	2008/11/20
CN117		長崎県長崎市飯香浦町	32 ° 43 ' 23 "	129 ° 55 ' 45 "	12		2008/11/20
CN118		長崎県長崎市香焼町辰ノ口	32 ° 41 ' 44 "	129 ° 47 ' 37 "	0		2008/11/21
CN119		長崎県長崎市三和町岳路	32 ° 38 ' 21 "	129 ° 47 ' 57 "	2		2008/11/21
CN120		長崎県長崎市以下宿網掛岩	32 ° 37 ' 34 "	129 ° 47 ' 26 "	3		2008/11/21
CN121		長崎県長崎市野母崎町赤瀬	32 ° 35 ' 32 "	129 ° 45 ' 18 "	11		2008/11/21
CN122		長崎県脇津町脇津	32 ° 34 ' 36 "	129 ° 47 ' 3 "	4		2008/11/21
CN123		長崎県長崎市野母崎樺島町中島	32 ° 34 ' 13 "	129 ° 46 ' 59 "	1		2008/11/21
CN124		長崎県長崎市宮崎町大瀬鼻	32 ° 37 ' 23 "	129 ° 50 ' 10 "	3		2008/11/21
CN125		長崎県長崎市藤田尾町	32 ° 38 ' 45 "	129 ° 51 ' 42 "	7		2008/11/21
CN126	C74	長崎県長崎市立岩町 稲佐山	32 ° 46 ' 3 "	129 ° 51 ' 11 "	100	100<	2008/11/21
CN127		長崎県長崎市小江町小江浦	32 ° 45 ' 46 "	129 ° 48 ' 7 "	17		2008/11/21
CN128		長崎県長崎市向町 淡島神社 岩場	32 ° 47 ' 7 "	129 ° 47 ' 23 "	0		2008/11/21
CN129	C75	長崎県平戸市大久保町 白岳公園に続く道沿い	33 ° 24 ' 6 "	129 ° 32 ' 52 "	193	<20	2008/11/22
CN130		長崎県平戸市迎紐差町木々津湾	33 ° 17 ' 20 "	129 ° 29 ' 27 "	47		2008/11/22
CN131		長崎県平戸市大川原町	33 ° 15 ' 7 "	129 ° 29 ' 16 "	24		2008/11/22
CN132		長崎県平戸市船木町	33 ° 13 ' 20 "	129 ° 28 ' 7 "	21		2008/11/22
CN133		長崎県平戸市船木町	33 ° 13 ' 7 "	129 ° 27 ' 53 "	19		2008/11/22
CN134		長崎県平戸市小田町立石	33 ° 11 ' 7 "	129 ° 24 ' 59 "	190		2008/11/22
CN135	C76	長崎県平戸市野子町志々伎山登山道	33 ° 10 ' 37 "	129 ° 22 ' 17 "	255	20-100	2008/11/22
CN136	C77	長崎県平戸市早福町	33 ° 12 ' 51 "	129 ° 23 ' 32 "	178	100<	2008/11/22
CN137		長崎県平戸市早福町	33 ° 13 ' 43 "	129 ° 23 ' 9 "	7		2008/11/22
CN138		長崎県平戸市提町	33 ° 16 ' 31 "	129 ° 24 ' 59 "	125		2008/11/22
CN139		長崎県平戸市飯良町	33 ° 17 ' 3 "	129 ° 25 ' 19 "	7		2008/11/22
CN140	C78	長崎県平戸市高越町	33 ° 20 ' 1 "	129 ° 26 ' 52 "	108	100<	2008/11/22
CN141		長崎県生月町南免	33 ° 21 ' 23 "	129 ° 24 ' 31 "	18		2008/11/22

Table 2-2.2. The survey point number, population label, location, latitude, longitude, altitude and survey date in Nagasaki Mainland.

survey point number	population label	location	north latitude	east longitude	altitude (m)	number of individuals	survey date
CN142		長崎県水垂町京崎鼻	33 ° 18 ' 51 "	129 ° 31 ' 53 "	0		2008/11/23
CN143	C79	長崎県平戸市敷佐町	33 ° 13 ' 32 "	129 ° 27 ' 25 "	114	100<	2008/11/23
CN144	C80	長崎県平戸市志々伎町志々伎浦	33 ° 12 ' 5 "	129 ° 24 ' 5 "	23	100<	2008/11/23
CN145		長崎県平戸市生月町里免 番岳	33 ° 23 ' 23 "	129 ° 25 ' 4 "	266		2008/11/23
CN146		長崎県平戸市生月町御崎 塩俵展望広場	33 ° 25 ' 25 "	129 ° 25 ' 26 "	44		2008/11/23
CN147		長崎県平戸市生月町御崎	33 ° 26 ' 20 "	129 ° 26 ' 2 "	31		2008/11/23
CN148		長崎県平戸市生月町御崎 鞍馬鼻	33 ° 25 ' 51 "	129 ° 26 ' 10 "	5		2008/11/23
CN149		長崎県平戸主師町白石	33 ° 20 ' 56 "	129 ° 26 ' 58 "	23		2008/11/23
CN150	C81	長崎県平戸市中野町 箕坪ダム	33 ° 21 ' 5 "	129 ° 29 ' 18 "	52	20-100	2008/11/23
CN151		長崎県平戸市田平町下寺免 青砂崎	33 ° 19 ' 53 "	129 ° 33 ' 45 "	98		2008/11/23
CN152	C82	長崎県北松浦郡江迎町奥川内免 白岳山頂	33 ° 18 ' 37 "	129 ° 39 ' 60 "	333	20-100	2008/11/23
CN153		長崎県佐世保市小佐々町矢岳 冷水岳	33 ° 13 ' 58 "	129 ° 34 ' 56 "	291		2008/11/23
CN154		長崎県西海町西海町中浦北郷 七釜鍾乳洞付近	33 ° 1 ' 27 "	129 ° 39 ' 35 "	72		2008/11/24
CN155		長崎県西海町崎戸町本郷	33 ° 0 ' 19 "	129 ° 32 ' 41 "	44		2008/11/24
CN156	C83	長崎県西海町大島町 蛤	33 ° 1 ' 29 "	129 ° 36 ' 13 "	9	20-100	2008/11/24
CN157		長崎県西海市西海町中浦南郷 小浜	33 ° 0 ' 37 "	129 ° 39 ' 11 "	10		2008/11/24
CN158	C84	長崎県長崎市下黒崎町 城山	32 ° 50 ' 5 "	129 ° 42 ' 26 "	164	<20	2008/11/24
CN159	C85	長崎県長崎市多以良町 矢筈山	32 ° 48 ' 37 "	129 ° 47 ' 53 "	317	<20	2008/11/24
CN160	C86	長崎県西彼杵郡長与町本川内郷 稗ノ岳	32 ° 49 ' 51 "	129 ° 53 ' 40 "	220	20-100	2008/11/24
CN161		長崎県諫早市多良見町木床 小崎鼻のぞみ公園	32 ° 50 ' 42 "	129 ° 58 ' 21 "	82		2008/12/8
CN162	C87	長崎県長崎市西山3丁目 金比羅山 中腹	32 ° 46 ' 7 "	129 ° 53 ' 1 "	276	20-100	2008/12/8
CN163		長崎県長崎市永田町 仏崎	32 ° 49 ' 24 "	129 ° 43 ' 28 "	84		2008/12/8
CN164		長崎県長崎市神浦扇山町 次兵衛岩付近	32 ° 53 ' 18 "	129 ° 43 ' 32 "	144		2008/12/8
CN165		長崎県長崎市神浦下大中尾町 鷹ノ巣岩	32 ° 52 ' 48 "	129 ° 41 ' 54 "	79		2008/12/8
CN166		長崎県西海市大瀬戸町雪浦通郷 つがね落しの滝	32 ° 54 ' 48 "	129 ° 41 ' 49 "	282		2008/12/8
CN167		長崎県西海市大瀬戸町雪浦久良木郷 目一ッ坊岩付近	32 ° 54 ' 50 "	129 ° 42 ' 15 "	228		2008/12/8
CN168		長崎県佐世保市俵ヶ浦町 高後崎	33 ° 6 ' 16 "	129 ° 40 ' 11 "	9		2008/12/9
CN169		長崎県佐世保市赤崎町 石岳	33 ° 9 ' 18 "	129 ° 41 ' 14 "	222		2008/12/9
CN170		長崎県佐世保市清水町 将冠岳	33 ° 11 ' 47 "	129 ° 42 ' 12 "	438		2008/12/9
CN171		長崎県北松浦郡佐々町古川免 城辻山	33 ° 14 ' 40 "	129 ° 38 ' 55 "	190		2008/12/9

Table 2-2.3. The survey point number, population label, location, latitude, longitude, altitude and survey date in Nagasaki Mainland.

survey point number	population label	location	north latitude	east longitude	altitude (m)	number of individuals	survey date
CN172		長崎県北松浦郡鹿町町上歌ヶ浦免 天狗岩	33 ° 14 ' 43 "	129 ° 35 ' 27 "	361		2008/12/9
CN173		長崎県佐世保市小佐々町西川内 大野岳 夫婦岩	33 ° 14 ' 8 "	129 ° 35 ' 49 "	336		2008/12/9
CN174		長崎県佐世保市吉井町春明 牧ノ岳	33 ° 16 ' 24 "	129 ° 42 ' 6 "	87		2008/12/9
CN175		長崎県松浦市志佐町 石盛山	33 ° 19 ' 15 "	129 ° 44 ' 24 "	348		2008/12/9
CN176		長崎県松浦市御厨町 波津崎	33 ° 22 ' 1 "	129 ° 37 ' 49 "	8		2008/12/10
CN177		長崎県平戸市田平町福崎免	33 ° 21 ' 56 "	129 ° 37 ' 26 "	13		2008/12/10
CN178		長崎県平戸市田平町福崎免 長戸鼻	33 ° 22 ' 25 "	129 ° 36 ' 56 "	15		2008/12/10
CN179		長崎県松浦市星鹿町 城山	33 ° 23 ' 15 "	129 ° 40 ' 57 "	123		2008/12/10
CN180		長崎県松浦市星鹿町 岳崎鼻	33 ° 23 ' 5 "	129 ° 40 ' 42 "	5		2008/12/10
CN181		長崎県松浦市今福町 黒崎	33 ° 21 ' 33 "	129 ° 46 ' 16 "	14		2008/12/10
CN182		佐賀県伊万里市山代町久原 小島	33 ° 19 ' 20 "	129 ° 48 ' 47 "	4		2008/12/10
CN183		佐賀県伊万里市瀬戸町 針島	33 ° 19 ' 13 "	129 ° 50 ' 9 "	9		2008/12/10
CN184		佐賀県伊万里市黒川町塩屋 七ッ島緑地	33 ° 19 ' 44 "	129 ° 50 ' 1 "	3		2008/12/10
CN185		長崎県松浦市福島町塩浜免 矢柄鼻	33 ° 21 ' 49 "	129 ° 48 ' 15 "	8		2008/12/10
CN186		長崎県松浦市福島町喜内瀬免 白岳公園	33 ° 22 ' 56 "	129 ° 51 ' 2 "	162		2008/12/10
CN187		長崎県 松浦市福島町里免 大山展望所	33 ° 22 ' 52 "	129 ° 49 ' 48 "	175		2008/12/10
CN188		佐賀県唐津市肥前町星賀 星賀神社	33 ° 27 ' 3 "	129 ° 46 ' 60 "	8		2008/12/10
CN189		佐賀県東松浦郡玄海町大字仮屋 三島公園	33 ° 28 ' 11 "	129 ° 51 ' 2 "	31		2008/12/11
CN190		佐賀県東松浦郡玄海町大字普恩寺 トリカ崎	33 ° 30 ' 30 "	129 ° 50 ' 4 "	9		2008/12/11
CN191		佐賀県唐津市呼子町加部島 宮崎鼻	33 ° 33 ' 20 "	129 ° 53 ' 35 "	9		2008/12/11
CN192		佐賀県唐津市大良 野高山	33 ° 26 ' 33 "	129 ° 53 ' 14 "	237		2008/12/11
CN193		佐賀県伊万里市南波多町原屋敷 大野岳	33 ° 19 ' 39 "	129 ° 54 ' 49 "	419		2008/12/11
CN194		佐賀県伊万里市東山代町滝川内 大通山	33 ° 16 ' 7 "	129 ° 48 ' 43 "	334		2008/12/11
CN195		長崎県佐世保市世知原町赤木場 国見山	33 ° 14 ' 24 "	129 ° 48 ' 47 "	659		2008/12/11
CN196		佐賀県西松浦郡有田町山本 八天岳	33 ° 12 ' 41 "	129 ° 48 ' 24 "	707		2008/12/11
CN197		長崎県佐世保市柚木町 高花岳	33 ° 11 ' 54 "	129 ° 46 ' 37 "	431		2008/12/11
CN198		佐賀県西松浦郡有田町楠木原	33 ° 11 ' 8 "	129 ° 49 ' 6 "	379		2008/12/11
CN199		佐賀県西松浦郡有田町北ノ川内	33 ° 11 ' 52 "	129 ° 49 ' 12 "	472		2008/12/11
CN200		長崎県佐世保市下の原町 下の原ダム	33 ° 8 ' 0 "	129 ° 49 ' 2 "	42		2008/12/11
CN201		長崎県佐世保市指方町 権現岩	33 ° 5 ' 52 "	129 ° 46 ' 57 "	179		2008/12/11

Table 2-2.4. The survey point number, population label, location, latitude, longitude, altitude and survey date in Nagasaki Mainland.

survey point number	population label	location	north latitude	east longitude	altitude (m)	number of individuals	survey date
CN202		長崎県佐世保市江上町 大島	33 ° 4 ' 34 "	129 ° 46 ' 60 "	1		2008/12/11
CN203		長崎県佐世保市浅子町 長浦	33 ° 11 ' 57 "	129 ° 38 ' 8 "	7		2008/12/12
CN204		長崎県佐世保市浅子町	33 ° 11 ' 50 "	129 ° 38 ' 2 "	93		2008/12/12
CN205		長崎県東彼杵郡川棚町三越郷 片島	33 ° 2 ' 52 "	129 ° 50 ' 33 "	19		2008/12/12
CN206		長崎県東彼杵郡川棚町岩屋郷 高見岳	33 ° 4 ' 47 "	129 ° 55 ' 8 "	52		2008/12/12
CN207		長崎県東彼杵郡川棚町岩屋郷 虚空蔵山	33 ° 5 ' 14 "	129 ° 55 ' 3 "	408		2008/12/12
CN208		長崎県東彼杵郡東彼杵町大音琴郷	33 ° 3 ' 25 "	129 ° 53 ' 20 "	19		2008/12/12
CN209		佐賀県嬉野市嬉野町大字岩屋川内 岩屋川内ダム	33 ° 3 ' 20 "	129 ° 59 ' 27 "	297		2008/12/12
CN210		長崎県東彼杵郡東彼杵町太ノ浦郷 龍頭泉	33 ° 1 ' 27 "	129 ° 59 ' 19 "	406		2008/12/12
CN211		長崎県大村市松原2丁目 鹿ノ島	32 ° 58 ' 59 "	129 ° 56 ' 39 "	20		2008/12/12
CN212		長崎県大村市原町 琴平岳	32 ° 56 ' 46 "	129 ° 59 ' 24 "	337		2008/12/12
CN213		長崎県大村市荒平町	32 ° 55 ' 26 "	129 ° 58 ' 48 "	165		2008/12/12
CN214		長崎県諫早市土師野尾町 八天岳	32 ° 48 ' 0 "	130 ° 1 ' 2 "	20		2008/12/12
CN215		長崎県大村市西部町	32 ° 52 ' 55 "	129 ° 57 ' 49 "	7		2008/12/12
CN216		長崎県佐世保市吉井町田原 五蔵岳より西	33 ° 14 ' 55 "	129 ° 42 ' 33 "	281		2009/12/1
CN217		長崎県佐世保市高花町 南瀬潜池より南	33 ° 12 ' 19 "	129 ° 47 ' 49 "	470		2009/12/1
CN218		長崎県西海市西海町中浦南郷	33 ° 1 ' 8 "	129 ° 41 ' 26 "	162		2009/12/1
CN219		長崎県西海市西彼町鳥加郷	32 ° 57 ' 37 "	129 ° 43 ' 58 "	243		2009/12/1
CN220		長崎県東彼杵郡川棚町三越郷 魚雷ヶ岳(仮称)山頂	33 ° 2 ' 21 "	129 ° 49 ' 21 "	132		2009/12/1
CN221		長崎県佐世保市指方町 権現岩	33 ° 5 ' 48 "	129 ° 46 ' 57 "	100		2009/12/1
CN222		長崎県佐世保市崎岡町 弘法岳より西	33 ° 6 ' 14 "	129 ° 50 ' 35 "	100		2009/12/1
CN223		長崎県壱岐市石田町筒城仲触 筒城浜海水浴場付近	33 ° 45 ' 30 "	129 ° 47 ' 64 "	2		2010/1/16
CN224		長崎県壱岐市芦辺町深江東触 前小島より南西	33 ° 46 ' 70 "	129 ° 45 ' 54 "	1		2010/1/16
CN225		長崎県壱岐市芦辺町諸吉本村触 長者原崎付近	33 ° 46 ' 80 "	129 ° 47 ' 76 "	3		2010/1/16
CN226		長崎県壱岐市芦辺町瀬戸浦 竜神崎より南	33 ° 48 ' 64 "	129 ° 45 ' 78 "	3		2010/1/16
CN227		長崎県壱岐市芦辺町箱崎諸津触 漁港	33 ° 50 ' 32 "	129 ° 46 ' 14 "	6		2010/1/16
CN228		長崎県壱岐市勝本町東触 コーゴ岬より南西	33 ° 51 ' 47 "	129 ° 42 ' 45 "	5		2010/1/16
CN229		長崎県壱岐市勝本町本宮西触 タンス浦西岸	33 ° 50 ' 62 "	129 ° 40 ' 66 "	3		2010/1/16
CN230		長崎県壱岐市郷ノ浦町新田触 唐船湾	33 ° 48 ' 75 "	129 ° 39 ' 46 "	3		2010/1/16
CN231		長崎県壱岐市郷ノ浦町渡良東触 牧崎園地付近	33 ° 46 ' 28 "	129 ° 38 ' 81 "	22		2010/1/16

Table 2-2.5. The survey point number, population label, location, latitude, longitude, altitude and survey date in Nagasaki Mainland.

survey point number	population label	location	north latitude	east longitude	altitude (m)	number of individuals	survey date
CN232		長崎県壱岐市郷ノ浦町渡良浦 神田	33 ° 44 ' 83 "	129 ° 39 ' 65 "	2		2010/1/16
CN233		長崎県壱岐市郷ノ浦町坪触 梅津湾より西	33 ° 43 ' 57 "	129 ° 40 ' 88 "	1		2010/1/16
CN234		長崎県壱岐市郷ノ浦町初山東触 初瀬 小山崎付近	33 ° 42 ' 67 "	129 ° 43 ' 18 "	5		2010/1/16
CN235		長崎県壱岐市郷ノ浦町片原触 岳の辻展望台	33 ° 44 ' 40 "	129 ° 42 ' 32 "	200		2010/1/16
CN236		長崎県平戸市大島村の山戸田 大島港付近	33 ° 29 ' 2 "	129 ° 31 ' 52 "	2		2010/1/17
CN237		長崎県平戸市大島村の山戸田 戸田浦	33 ° 2 ' 41 "	129 ° 30 ' 42 "	2		2010/1/17
CN238		長崎県平戸市大島村大根坂 天の原キャンプ場付近	33 ° 30 ' 54 "	129 ° 33 ' 30 "	27		2010/1/17
CN239		長崎県平戸市大島村大根坂 平の辻農村公園	33 ° 29 ' 74 "	129 ° 32 ' 48 "	233		2010/1/17
CN240	C109	長崎県平戸市大島村大根坂 城ノ辻より東	33 ° 29 ' 92 "	129 ° 32 ' 63 "	123	100<	2010/1/17
CN241		長崎県平戸市大島村西宇戸 大賀鼻より西	33 ° 29 ' 75 "	129 ° 34 ' 85 "	50		2010/1/17
CN242		長崎県平戸市大島村大島村前平 神浦湾より西	33 ° 28 ' 51 "	129 ° 33 ' 39 "	3		2010/1/17
CN243		長崎県平戸市大島村大島村前平 大浦	33 ° 28 ' 62 "	129 ° 32 ' 63 "	4		2010/1/17
CN244		長崎県松浦市福島町土谷免 太田池より南西	33 ° 23 ' 26 "	129 ° 48 ' 57 "	4		2010/1/18
CN245		長崎県松浦市福島町鍋串免 初崎公園	33 ° 24 ' 76 "	129 ° 47 ' 76 "	4		2010/1/18
CN246		長崎県松浦市福島町里免 今山神社より東	33 ° 23 ' 80 "	129 ° 49 ' 63 "	88		2010/1/18
CN247		佐賀県唐津市肥前町杉野浦 湯野浦との境	33 ° 23 ' 82 "	129 ° 52 ' 27 "	11		2010/1/18
CN248		佐賀県唐津市肥前町中浦 大浦浜	33 ° 24 ' 49 "	129 ° 52 ' 10 "	4		2010/1/18
CN249		佐賀県唐津市肥前町田野 阿漕	33 ° 24 ' 74 "	129 ° 49 ' 74 "	2		2010/1/18
CN250		長崎県松浦市鷹島町原免 殿ノ浦港	33 ° 25 ' 68 "	129 ° 45 ' 47 "	4		2010/1/18
CN251		長崎県松浦市鷹島町三里免 俵石ノ鼻付近	33 ° 24 ' 40 "	129 ° 44 ' 65 "	1		2010/1/18
CN252		長崎県松浦市鷹島町船唐津免 雷岬	33 ° 24 ' 89 "	129 ° 43 ' 13 "	4		2010/1/18
CN253		長崎県松浦市鷹島町中通免 オアシス村	33 ° 25 ' 87 "	129 ° 44 ' 65 "	2		2010/1/18
CN254		長崎県松浦市鷹島町阿翁浦免 竹ノ子島付近	33 ° 27 ' 29 "	129 ° 45 ' 28 "	2		2010/1/18
CN255		長崎県松浦市鷹島町阿翁免 モンゴル村	33 ° 28 ' 3 "	129 ° 45 ' 32 "	45		2010/1/18
CN256		長崎県松浦市鷹島町里免 日比	33 ° 26 ' 72 "	129 ° 46 ' 19 "	6		2010/1/18
CN257		長崎県松浦市鷹島町神崎免 伊野利より東	33 ° 25 ' 72 "	129 ° 47 ' 13 "	48		2010/1/18

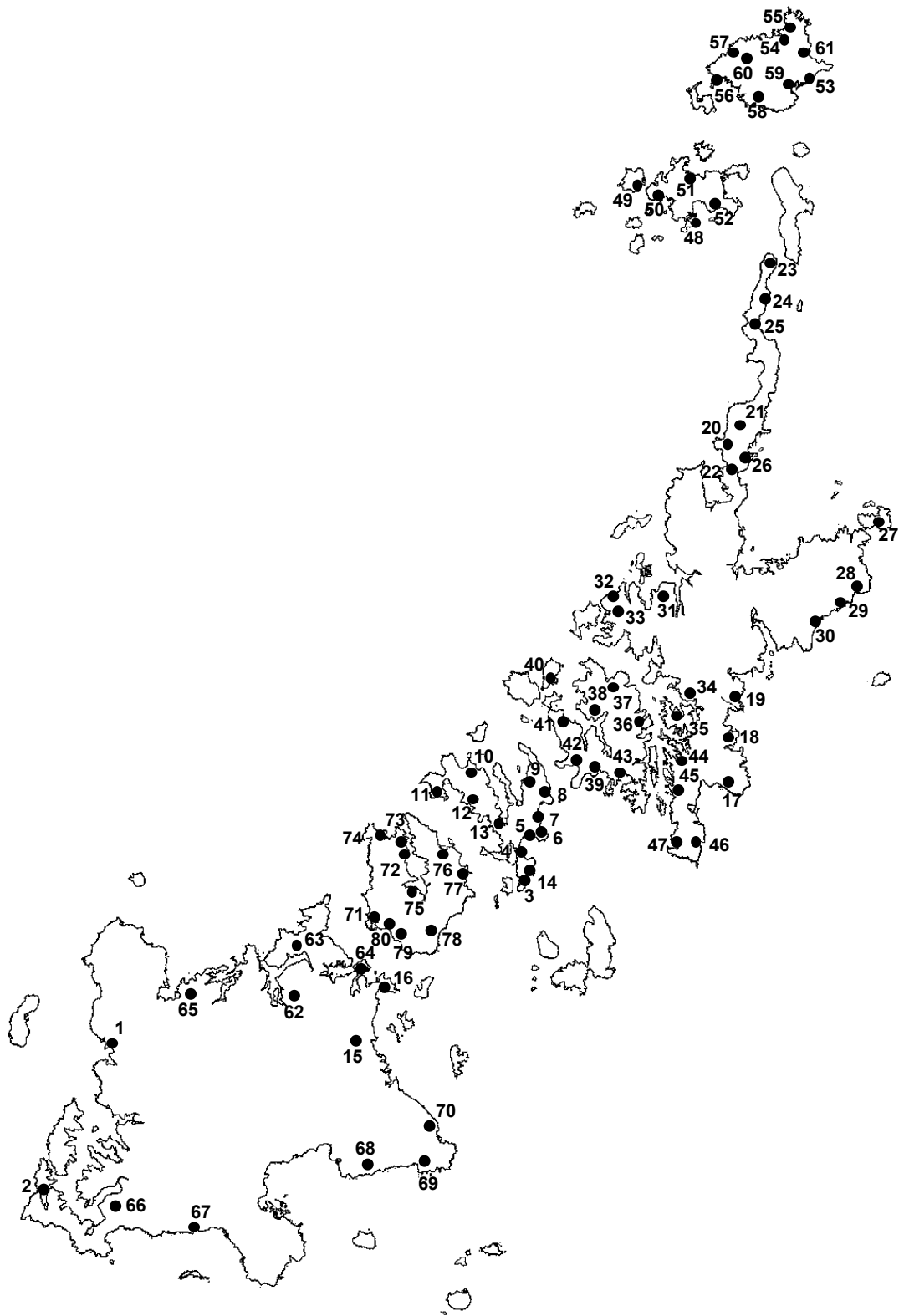


Fig. 2-10.1. Survey points in Goto Islands. Black circles indicate each survey number. (CG 1-80)

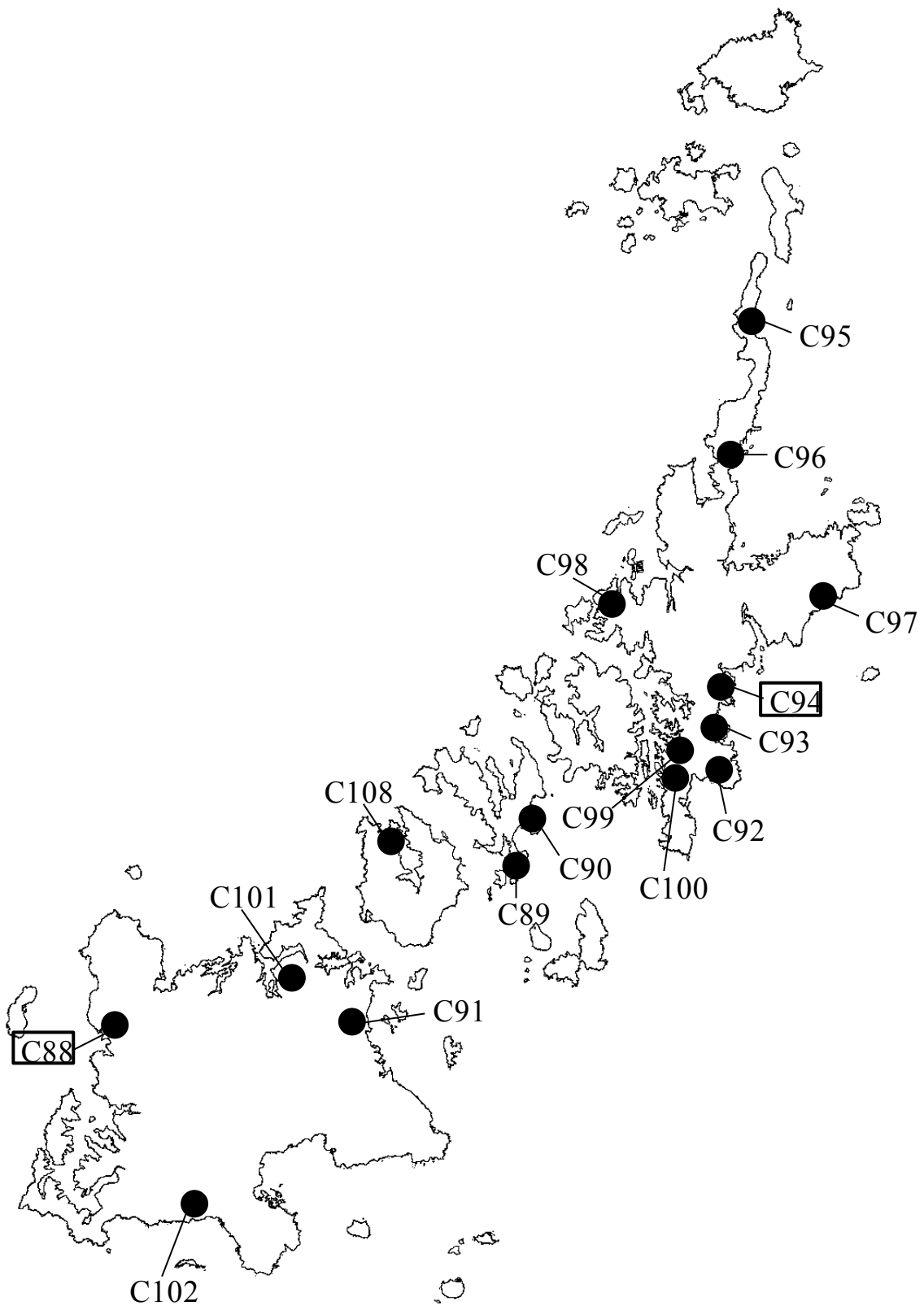


Fig. 2-10.2. Distribution of *C. incana* in Goto Islands.
 Black circles indicate each population. Numbers label different populations. (C88-102,108)
 Boxed labels indicate populations reported by Itow and Kawasato (1988).

Table 2-3.1. The survey point number, population label, location, latitude, longitude, altitude and survey date in Goto Islands.

survey point number	population label	location	north latitude	east longitude	altitude (m)	number of individuals	survey date
CG001	C88	長崎県五島市三井楽町貝津 マゼノ鼻	32 ° 42 ' 37 "	128 ° 39 ' 24 "	12	<20	2009/11/14
CG002		長崎県五島市玉之浦町玉之浦	32 ° 38 ' 42 "	128 ° 36 ' 55 "	1		2009/11/14
CG003	C89	長崎県五島市奈留町泊 舅ヶ島より南西	32 ° 48 ' 32 "	128 ° 56 ' 42 "	46	20-100	2009/11/15
CG004		長崎県五島市奈留町泊 泊より南東	32 ° 49 ' 19 "	128 ° 56 ' 36 "	2		2009/11/15
CG005		長崎県五島市奈留町泊 神社付近	32 ° 49 ' 55 "	128 ° 56 ' 59 "	3		2009/11/15
CG006	C90	長崎県五島市奈留町泊 椿原	32 ° 50 ' 8 "	128 ° 57 ' 14 "	6	100<	2009/11/15
CG007		長崎県五島市奈留町泊 永這	32 ° 50 ' 38 "	128 ° 57 ' 23 "	2		2009/11/15
CG008		長崎県五島市奈留町泊 泊郷より東	32 ° 51 ' 4 "	128 ° 57 ' 29 "	2		2009/11/15
CG009		長崎県五島市奈留町船廻 矢神	32 ° 51 ' 50 "	128 ° 56 ' 41 "	6		2009/11/15
CG010		長崎県五島市奈留町大串 ヨ口瀬鼻付近	32 ° 52 ' 5 "	128 ° 54 ' 44 "	79		2009/11/15
CG011		長崎県五島市奈留町大串 能瀬鼻	32 ° 51 ' 11 "	128 ° 53 ' 32 "	4		2009/11/15
CG012		長崎県五島市奈留町浦 小田	32 ° 50 ' 56 "	128 ° 54 ' 28 "	5		2009/11/15
CG013		長崎県五島市奈留町浦 オコ島鼻	32 ° 50 ' 13 "	128 ° 55 ' 12 "	7		2009/11/15
CG014		長崎県五島市奈留町泊 小島付近	32 ° 48 ' 35 "	128 ° 56 ' 58 "	60		2009/11/15
CG015	C91	長崎県五島市平蔵町 六方 唐船瀬鼻付近	32 ° 42 ' 53 "	128 ° 50 ' 31 "	3	<20	2009/11/15
CG016		長崎県五島市平蔵町 樫ノ浦	32 ° 44 ' 33 "	128 ° 50 ' 48 "	4		2009/11/15
CG017	C92	長崎県南松浦郡新上五島町岩瀬浦郷 福見より北	32 ° 51 ' 59 "	129 ° 4 ' 32 "	54	100<	2009/11/16
CG018	C93	長崎県南松浦郡新上五島町岩瀬浦郷 浜串	32 ° 53 ' 35 "	129 ° 5 ' 13 "	2	100<	2009/11/16
CG019	C94	長崎県南松浦郡新上五島町東神ノ浦郷 船隠	32 ° 54 ' 41 "	129 ° 5 ' 27 "	8	100<	2009/11/16
CG020		長崎県南松浦郡新上五島町曾根郷 赤岳断崖より西	33 ° 3 ' 13 "	129 ° 4 ' 33 "	4		2009/11/16
CG021		長崎県南松浦郡新上五島町曾根郷 番岳頂上より南西	33 ° 3 ' 57 "	129 ° 5 ' 35 "	435		2009/11/16
CG022		長崎県南松浦郡新上五島町奈摩郷 広瀬	33 ° 2 ' 16 "	129 ° 4 ' 59 "	128		2009/11/16
CG023		長崎県南松浦郡新上五島町津和崎 池尾	33 ° 9 ' 45 "	129 ° 6 ' 50 "	81		2009/11/16
CG024		長崎県南松浦郡新上五島町津和崎 津和崎	33 ° 9 ' 7 "	129 ° 6 ' 48 "	9		2009/11/16
CG025	C95	長崎県南松浦郡新上五島町津和崎 一本松より北東	33 ° 7 ' 32 "	129 ° 6 ' 10 "	71	<20	2009/11/16
CG026	C96	長崎県南松浦郡新上五島町小串郷 小串より南	33 ° 2 ' 36 "	129 ° 5 ' 51 "	51	100<	2009/11/16
CG027		長崎県南松浦郡新上五島町友住郷 田尻より南東	33 ° 0 ' 29 "	129 ° 11 ' 18 "	3		2009/11/16
CG028		長崎県南松浦郡新上五島町太田郷 潮崎より北西	32 ° 58 ' 25 "	129 ° 10 ' 39 "	127		2009/11/16
CG029	C97	長崎県南松浦郡新上五島町太田郷 鴻淵鼻より北	32 ° 58 ' 7 "	129 ° 10 ' 3 "	96	<20	2009/11/16
CG030		長崎県南松浦郡新上五島町太田郷	32 ° 57 ' 28 "	129 ° 9 ' 0 "	1		2009/11/16

Table 2-3.2. The survey point number, population label, location, latitude, longitude, altitude and survey date in Goto Islands.

survey point number	population label	location	north latitude	east longitude	altitude (m)	number of individuals	survey date
CG031		長崎県南松浦郡新上五島町今里郷 小崎	32 ° 58 ' 19 "	129 ° 2 ' 0 "	3		2009/11/17
CG032		長崎県南松浦郡新上五島町続浜ノ浦郷 千間山より北	32 ° 57 ' 60 "	129 ° 0 ' 20 "	100		2009/11/17
CG033	C98	長崎県南松浦郡新上五島町続浜ノ浦郷 千間山より西	32 ° 57 ' 44 "	129 ° 0 ' 20 "	84	100<	2009/11/17
CG034		長崎県南松浦郡新上五島町宿ノ浦郷 湾沿いの道路脇	32 ° 54 ' 32 "	129 ° 3 ' 27 "	3		2009/11/17
CG035		長崎県南松浦郡新上五島町宿ノ浦郷 宿ノ浦	32 ° 53 ' 48 "	129 ° 3 ' 3 "	6		2009/11/17
CG036		長崎県南松浦郡新上五島町若松郷 龍観山	32 ° 53 ' 45 "	129 ° 1 ' 37 "	90		2009/11/17
CG037		長崎県南松浦郡新上五島町西神ノ浦郷 大平	32 ° 55 ' 15 "	129 ° 0 ' 13 "	27		2009/11/17
CG038		長崎県南松浦郡新上五島町榑ノ浦郷 新四郎鼻より南	32 ° 54 ' 17 "	128 ° 58 ' 59 "	34		2009/11/17
CG039		長崎県南松浦郡新上五島町間伏郷 石司	32 ° 52 ' 9 "	128 ° 59 ' 42 "	5		2009/11/17
CG040		長崎県南松浦郡新上五島町日島郷 釜崎	32 ° 55 ' 10 "	128 ° 57 ' 59 "	2		2009/11/17
CG041		長崎県南松浦郡新上五島町間伏郷 力サ瀬付近	32 ° 54 ' 3 "	128 ° 57 ' 44 "	56		2009/11/17
CG042		長崎県南松浦郡新上五島町間伏郷 堤海水浴場より南	32 ° 52 ' 24 "	128 ° 58 ' 26 "	71		2009/11/17
CG043		長崎県南松浦郡新上五島町若松郷 土井ノ浦	32 ° 51 ' 51 "	129 ° 0 ' 31 "	6		2009/11/17
CG044	C99	長崎県南松浦郡新上五島町桐古里郷 横瀬	32 ° 52 ' 7 "	129 ° 2 ' 45 "	2	100<	2009/11/17
CG045	C100	長崎県南松浦郡新上五島町桐古里郷 桐より南	32 ° 51 ' 16 "	129 ° 2 ' 54 "	15	20-100	2009/11/17
CG046		長崎県南松浦郡新上五島町奈良尾郷 砥石山より北東	32 ° 49 ' 41 "	129 ° 3 ' 51 "	12		2009/11/17
CG047		長崎県南松浦郡新上五島町桐古里郷 佐尾	32 ° 49 ' 40 "	129 ° 2 ' 57 "	3		2009/11/17
CG048		長崎県北松浦郡小値賀町黒島郷 黒島東	33 ° 10 ' 49 "	129 ° 3 ' 37 "	17		2009/11/18
CG049		長崎県北松浦郡小値賀町斑島郷 斑島南東	33 ° 12 ' 14 "	129 ° 1 ' 31 "	1		2009/11/18
CG050		長崎県北松浦郡小値賀町浜津郷 斑大橋より南東	33 ° 11 ' 46 "	129 ° 1 ' 50 "	1		2009/11/18
CG051		長崎県北松浦郡小値賀町柳郷 柳東	33 ° 12 ' 30 "	129 ° 3 ' 57 "	2		2009/11/18
CG052		長崎県北松浦郡小値賀町前方郷 赤だきより西	33 ° 11 ' 34 "	129 ° 4 ' 7 "	2		2009/11/18
CG053		長崎県佐世保市宇久町平 堂ヶ鼻より西	33 ° 16 ' 8 "	129 ° 8 ' 50 "	4		2009/11/18
CG054		長崎県佐世保市宇久町太田江 三浦神社	33 ° 17 ' 26 "	129 ° 7 ' 12 "	5		2009/11/18
CG055		長崎県佐世保市宇久町野方 灯台	33 ° 18 ' 6 "	129 ° 7 ' 32 "	17		2009/11/18
CG056		長崎県佐世保市宇久町本飯良 厄神社	33 ° 15 ' 53 "	129 ° 4 ' 34 "	2		2009/11/18
CG057		長崎県佐世保市宇久町大久保 五島崎より東	33 ° 16 ' 57 "	129 ° 5 ' 12 "	26		2009/11/18
CG058		長崎県佐世保市宇久町神浦郷より南東	33 ° 15 ' 2 "	129 ° 5 ' 48 "	3		2009/11/18
CG059		長崎県佐世保市宇久町平 蒲浦より東	33 ° 15 ' 23 "	129 ° 7 ' 42 "	3		2009/11/19
CG060		長崎県佐世保市宇久町大久保 城ヶ岳頂上	33 ° 16 ' 23 "	129 ° 6 ' 29 "	258		2009/11/19

Table 2-3.3. The survey point number, population label, location, latitude, longitude, altitude and survey date in Goto Islands.

survey point number	population label	location	north latitude	east longitude	altitude (m)	number of individuals	survey date
CG061		長崎県佐世保市宇久町平 大浜	33 ° 16 ' 38 "	129 ° 8 ' 26 "	2		2009/11/19
CG062	C101	長崎県五島市岐宿町河務	32 ° 44 ' 19 "	128 ° 46 ' 41 "	25	<20	2009/11/30
CG063		長崎県五島市岐宿町唐船ノ浦	32 ° 45 ' 55 "	128 ° 47 ' 32 "	2		2009/11/30
CG064		長崎県五島市奥浦町 堂ヶ崎協会付近	32 ° 45 ' 15 "	128 ° 50 ' 12 "	2		2009/11/30
CG065		長崎県五島市岐宿町川原 白良ヶ浜トンネル付近	32 ° 44 ' 17 "	128 ° 42 ' 35 "	78		2009/11/30
CG066		長崎県五島市玉之浦町大宝	32 ° 36 ' 51 "	128 ° 39 ' 53 "	136		2009/11/30
CG067	C102	長崎県五島市富江町長峰 丸子海水浴場付近	32 ° 36 ' 24 "	128 ° 43 ' 28 "	58	20-100	2009/11/30
CG068		長崎県五島市野々切町 海岸	32 ° 38 ' 19 "	128 ° 50 ' 17 "	4		2009/11/30
CG069		長崎県五島市向町 貝ノ瀬鼻より東	32 ° 38 ' 21 "	128 ° 52 ' 23 "	10		2009/11/30
CG070		長崎県五島市下崎山町 白浜浦より北	32 ° 39 ' 46 "	128 ° 53 ' 5 "	7		2009/11/30
CG071		長崎県五島市田ノ浦町 田ノ浦港より南西	32 ° 46 ' 78 "	128 ° 50 ' 34 "	2		2010/1/15
CG072		長崎県五島市猪之木町 浜拍より南	32 ° 49 ' 52 "	128 ° 51 ' 77 "	59		2010/1/15
CG073	C108	長崎県五島市猪之木町 浜拍より南	32 ° 49 ' 67 "	128 ° 51 ' 63 "	39	<20	2010/1/15
CG074		長崎県五島市猪之木町 細石流	32 ° 49 ' 40 "	128 ° 51 ' 2 "	2		2010/1/15
CG075		長崎県五島市久賀町 徳女岳より北東	32 ° 48 ' 8 "	128 ° 52 ' 23 "	2		2010/1/15
CG076		長崎県五島市藤町 藤漁港	32 ° 49 ' 41 "	128 ° 53 ' 40 "	2		2010/1/15
CG077		長崎県五島市藤町 五輪 五輪教会付近	32 ° 48 ' 35 "	128 ° 54 ' 21 "	37		2010/1/15
CG078		長崎県五島市田ノ浦町 大開より南 林道	32 ° 46 ' 49 "	128 ° 52 ' 55 "	96		2010/1/15
CG079		長崎県五島市田ノ浦町 漁港より南東	32 ° 46 ' 10 "	128 ° 51 ' 76 "	61		2010/1/15
CG080		長崎県五島市田ノ浦町 野園漁港	32 ° 46 ' 27 "	128 ° 51 ' 39 "	5		2010/1/15



Fig. 2-11.1. Survey points in Koshikijima Islands. Black circles indicate each survey number.
(CK 1-31)

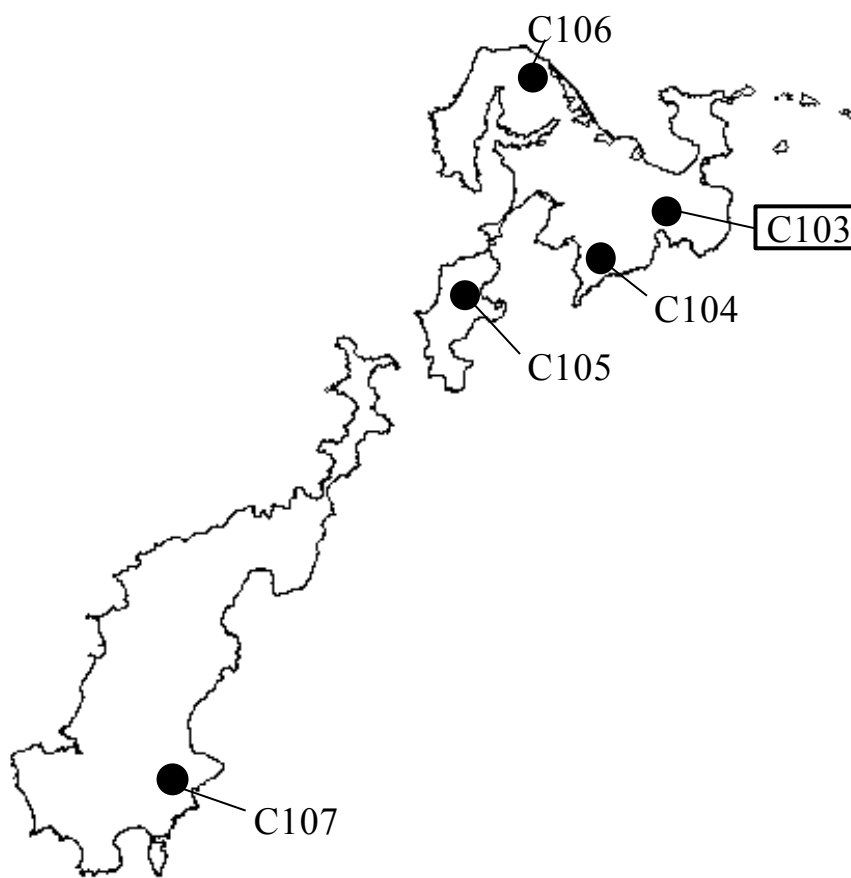


Fig. 2-11.2. Distribution of *C. incana* in Kosikijima Islands.
Black circles indicate each population. Numbers label different populations. (C103-107)
Boxed labels indicate populations reported by Itow and Kawasato (1988).

Table 2-4. The survey point number, population label, location, latitude, longitude, altitude and survey date in Koshikijima Islands.

survey point number	population label	location	north latitude	east longitude	altitude (m)	number of individuals	survey date
CK001		鹿児島県薩摩川内市里町里 白瀬鼻より南西	31 ° 51 ' 11 "	129 ° 55 ' 42 "			2009/12/2
CK002		鹿児島県薩摩川内市里町里 市の浦海水浴場	31 ° 51 ' 35 "	129 ° 55 ' 32 "			2009/12/2
CK003		鹿児島県薩摩川内市里町里 北久留巣より南西	31 ° 51 ' 44 "	129 ° 54 ' 39 "			2009/12/2
CK004		鹿児島県薩摩川内市里町里 平村より北の漁場	31 ° 50 ' 41 "	129 ° 55 ' 28 "			2009/12/2
CK005		鹿児島県薩摩川内市里町里 殿崎	31 ° 50 ' 3 "	129 ° 55 ' 57 "			2009/12/2
CK006		鹿児島県薩摩川内市里町里 馬込浦	31 ° 49 ' 8 "	129 ° 55 ' 7 "			2009/12/2
CK007	C103	鹿児島県薩摩川内市里町里 嶺の山より南	31 ° 49 ' 33 "	129 ° 54 ' 39 "	195	<20	2009/12/2
CK008	C104	鹿児島県薩摩川内市上甑町江石 江石より南東	31 ° 48 ' 47 "	129 ° 53 ' 10 "	94	<20	2009/12/2
CK009		鹿児島県薩摩川内市上甑町平良 矢崎	31 ° 47 ' 57 "	129 ° 50 ' 48 "			2009/12/2
CK010		鹿児島県薩摩川内市上甑町平良 木の口山付近	31 ° 47 ' 37 "	129 ° 49 ' 35 "			2009/12/2
CK011	C105	鹿児島県薩摩川内市上甑町平良 ダム付近	31 ° 48 ' 8 "	129 ° 50 ' 0 "	156	<20	2009/12/2
CK012		鹿児島県薩摩川内市上甑町平良	31 ° 49 ' 19 "	129 ° 50 ' 42 "			2009/12/2
CK013		鹿児島県薩摩川内市上甑町中甑 遠目山より北	31 ° 50 ' 42 "	129 ° 51 ' 13 "			2009/12/2
CK014		鹿児島県薩摩川内市上甑町桑之浦 天狗山より北西	31 ° 51 ' 57 "	129 ° 50 ' 55 "			2009/12/2
CK015		鹿児島県薩摩川内市上甑町桑之浦 桑之浦漁港	31 ° 51 ' 37 "	129 ° 50 ' 30 "			2009/12/2
CK016	C106	鹿児島県薩摩川内市上甑町瀬上 長目の浜の西端	31 ° 52 ' 22 "	129 ° 51 ' 49 "	87	100<	2009/12/2
CK017		鹿児島県薩摩川内市里町里 鍬崎池より西	31 ° 51 ' 3 "	129 ° 52 ' 53 "			2009/12/2
CK018		鹿児島県薩摩川内市下甑町青瀬 瀬尾より南西	31 ° 39 ' 20 "	129 ° 43 ' 28 "			2009/12/3
CK019	C107	鹿児島県薩摩川内市下甑町手打 佐ノ浦林道	31 ° 38 ' 55 "	129 ° 43 ' 24 "	87	100<	2009/12/3
CK020		鹿児島県薩摩川内市下甑町手打 手打より北	31 ° 38 ' 47 "	129 ° 42 ' 9 "			2009/12/3
CK021		鹿児島県薩摩川内市下甑町片野浦 浜田漁港	31 ° 39 ' 41 "	129 ° 41 ' 0 "			2009/12/3
CK022		鹿児島県薩摩川内市下甑町片野浦 谷山より南	31 ° 40 ' 13 "	129 ° 41 ' 44 "			2009/12/3
CK023		鹿児島県薩摩川内市下甑町瀬々野浦 漁港	31 ° 41 ' 11 "	129 ° 41 ' 34 "			2009/12/3
CK024		鹿児島県薩摩川内市下甑町長浜 長浜より西の山中	31 ° 41 ' 58 "	129 ° 43 ' 19 "			2009/12/3
CK025		鹿児島県薩摩川内市下甑町長浜	31 ° 43 ' 38 "	129 ° 46 ' 16 "			2009/12/3
CK026		鹿児島県薩摩川内市鹿島町藺牟田 にごりが浦より北	31 ° 43 ' 47 "	129 ° 46 ' 41 "			2009/12/3
CK027		鹿児島県薩摩川内市鹿島町藺牟田 円崎灯台	31 ° 47 ' 12 "	129 ° 47 ' 9 "			2009/12/3
CK028		鹿児島県薩摩川内市下甑町長浜 芦浜漁港	31 ° 42 ' 38 "	129 ° 45 ' 35 "			2009/12/3
CK029		鹿児島県薩摩川内市下甑町青瀬 青潮岳より北西	31 ° 41 ' 14 "	129 ° 43 ' 21 "			2009/12/3
CK030		鹿児島県薩摩川内市下甑町手打 弓折牧場付近	31 ° 38 ' 14 "	129 ° 41 ' 15 "			2009/12/3
CK031		鹿児島県薩摩川内市下甑町青瀬 観音滝	31 ° 39 ' 38 "	129 ° 43 ' 32 "			2009/12/3

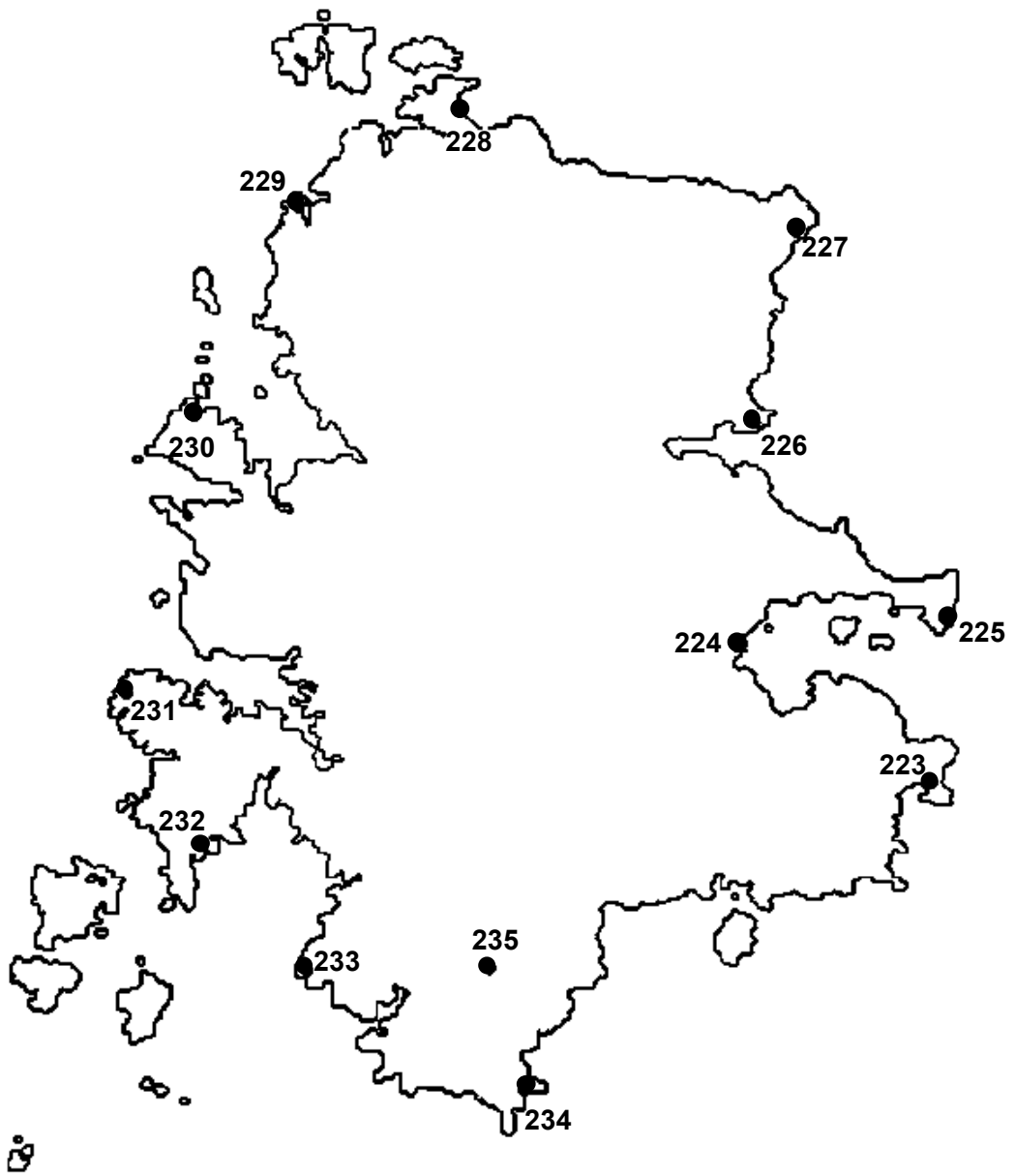


Fig. 2-12. Survey points in Iki Islands. Black circles indicate each survey number.
(CN 223-235)



Fig. 2-13. 長崎本土における山頂付近の自生地(C84)



Fig. 2-14. 甕島列島における植栽が疑われた地点 C106)

3.3 報告集団の現状

伊藤・川里(1988)の報告では、西九州 31 地点においてダンギクの自生集団が確認されていた。本研究の調査地域における報告された集団のうち、長崎本土における 20 集団中 10 集団、および五島列島における 4 集団中 2 集団の計 12 集団では、ダンギクの自生個体を確認できなかったことから、これらの自生集団は 1988 年から調査年の間に消滅したと考えられた。

2014 年におこなった対馬における再調査の結果、2007 年の自生地調査から 2 集団の消滅を確認した(Fig. 2-15, Table 2-1)。また、17 集団において集団内個体数の減少を確認した。これらの減少傾向のみられた自生集団のうち、集団内個体数 100 個体以上の大規模集団として 2007 年に確認した 7 集団は、20 個体未満の小規模集団へと縮小していた。



Fig. 2-15. 道路整備による短期間での消滅が確認された集団(C37)
上: 2007年11月撮影, 下: 2014年7月撮影

3.4 自生個体の形態調査

自生地調査における形態調査の結果は、Table 2-5, 2-6 に示した。地域間で表現型を比較した結果、対馬自生個体の結実時草丈 627.7 ± 15.6 mm、および花房数 5.4 ± 0.2 に比べ、長崎本土自生個体の結実時草丈 366.8 ± 22.1 mm、および花房数 3.9 ± 0.3 は、矮性の表現型を示す傾向がみられた(Fig. 2-16, 2-17)。



Fig. 2-16. 対馬における高性の自生個体(C65)



Fig. 2-17. 長崎本土における矮性の自生個体(C77)

Table 2-5. 対馬における自生個体の結実時草丈および花房数の平均値 (~7個体)

集団番号	結実時草丈 (mm)	花房数	集団番号	結実時草丈 (mm)	花房数
C1	610.0	5.0	C37	690.0	5.7
C2	505.0	4.8	C38	681.4	5.7
C3	564.3	4.7	C39	582.9	6.4
C4	505.7	5.3	C40	318.6	3.3
C5	478.6	5.3	C41	490.0	4.4
C6	562.9	4.4	C42	587.1	5.3
C7	794.3	7.0	C43	392.9	4.1
C8	838.6	6.9	C44	535.7	4.7
C9	592.9	6.3	C45	745.7	4.6
C10	540.0	5.3	C46	542.9	8.1
C11	554.3	4.0	C47	630.0	7.8
C12	762.9	4.9	C48	511.4	5.1
C13	722.9	4.7	C49	414.3	5.4
C14	564.3	4.1	C50	520.0	6.3
C15	640.0	3.3	C51	621.4	4.6
C16	438.6	5.9	C52	772.9	6.0
C17	645.7	5.7	C53	615.7	6.3
C18	591.4	4.6	C54	797.1	5.0
C19	832.9	5.4	C55	642.9	4.0
C20	824.3	7.6	C56	570.0	6.0
C21	567.1	5.0	C57	700.0	3.4
C22	554.3	3.7	C58	440.0	2.7
C23	684.3	4.6	C59	612.5	9.1
C24	745.7	5.6	C60	500.0	5.7
C25	808.6	4.0	C61	557.1	4.4
C26	788.6	3.6	C62	747.1	5.1
C27	745.7	6.0	C63	642.9	4.9
C28	750.0	4.4	C64	651.4	8.3
C29	651.4	4.0	C65	842.9	4.9
C30	624.3	5.3	C66	792.0	4.4
C31	505.7	3.6	C67	698.6	5.6
C32	500.0	4.6	C68	410.0	3.6
C33	568.6	5.7	C69	534.0	6.6
C34	748.3	5.8	C70	720.0	6.1
C35	598.6	5.0	C71	487.1	7.9
C36	1070.0	11.0	C72	718.6	6.4
			mean	627.7	5.3

Table 2-6. 対馬を除く各地域における自生個体の結実時草丈および花房数の平均値 (~7個体)

地域	集団番号	結実時草丈 (mm)	花房数
長崎本土	C73	291.4	1.9
	C74	(no data)	
	C75	462.9	3.3
	C76	337.1	3.3
	C77	401.4	4.0
	C78	337.1	3.7
	C79	265.7	3.1
	C80	361.4	4.0
	C81	317.1	3.9
	C82	292.9	4.4
	C83	500.0	6.3
	C84	334.3	5.3
	C85	372.9	4.9
	C86	331.4	3.3
	C87	577.1	4.7
C109	318.6	1.9	
	mean	366.8	3.9
五島列島	C88	480.0	5.1
	C89	504.3	3.4
	C90	434.3	4.4
	C91	270.0	3.0
	C92	514.3	5.0
	C93	364.3	3.3
	C94	504.3	4.1
	C95	298.0	2.8
	C96	334.3	4.0
	C97	332.9	3.4
	C98	310.0	2.9
	C99	595.7	3.7
	C100	351.4	2.6
	C101	422.9	1.4
C102	421.4	5.3	
C108	288.6	2.6	
	mean	401.7	3.6
甌島列島	C103	482.5	2.5
	C104	510.0	2.5
	C105	596.0	2.6
	C106	614.3	6.0
	C107	460.0	3.6
	mean	532.6	3.4

4. 考察

西九州におけるダンギク自生集団は、対馬において最も多く分布していたことから、国内におけるダンギクの分布の中心地は、対馬であることが明らかになった。対馬における自生集団は、天然の露岩地だけでなく道路沿いの法面工事跡においても確認された。このような地点では本来露岩地が存在していたと考えられるが、ダンギクの種子が落下により散布されることから、周辺、特に法面加工された斜面より上部において生育が確認された場合、ダンギクが本来自生していた可能性が高いと推察された。一方で、緑化加工された斜面にのみ生育が確認された地点では、植栽等の人為的影響の可能性が示唆された(Fig. 2-14)。

全島に広く分布していた対馬に比べ、他地域では分布する集団数が少なく、集団の分布密度が低いことから、集団間の空間的距離が離れていた。特に長崎本土では、平野部や都市部付近の露岩地に自生集団がみられず、山地に局在的に分布している状況が確認された。伊藤・川里(1988)は、「長崎市周辺の丘陵・山地では、露岩地があれば必ずダンギクが生えていると言って良いほど生育密度は高い」と述べていたが、この地域において集団内個体数が100個体を超える大規模集団はC74のみだった。また、報告された集団が確認されず、消滅したと判断された地点の多くは長崎本土の自生地であることから、長崎本土における近年の自生地の減少が示唆された。対馬および五島列島において確認された海岸沿いの集団では、内陸地の集団に比べ分布面積が小さく、周辺を木々と海に囲まれていたことから、海岸沿いの集団が周辺へと分布を拡大する可能性は低いと考えられた。これらの自生環境における、集団内個体数の少ない小規模集団では、他集団との遺伝子交流の機会のない隔離集団で生じる可能性の高い近交弱勢(Charlesworth and Charlesworth, 1987; Keller and Waller, 2002)や、アリー効果(Stephens *et al.*, 1999)による適応度の低下が示唆された。

対馬における自生地の再調査により、2007年から2014年における7年間においても、自生集団の縮小や消滅が生じていることが明らかになった。Fig. 2-15に示したC37ではかつて天然の露岩地に自生していた集団が、土地造成や道路整備によって露岩地が縮小し

たことで個体数が減少し、さらに、道路の増設および直線化に伴う法面加工によって自生環境が奪われることで消滅したと推察された。また、海岸沿いの C19 では、2007 年から 2014 年にかけて集団内個体数の減少がみられ、他の植物が茂っている隙間に細々と自生している様子が確認された(Fig. 2-18)。このような場所では、海岸の露岩地に自生していた集団が、護岸工事や埋め立て等により露岩地が削られたことで、ダンギクにとって好適な生育環境が奪われ、さらに、埋め立て地へと他植物の侵入が容易になったことで、ダンギクが生存競争に負け、個体数の減少につながったと考えられた。このように、短期間における集団動態には人為的な影響が関わっていると考えられ、影響を受けた自生集団が環境変化に対応できない場合に、縮小や消滅につながると考えられた。また、道路脇の法面緑化工事により植栽された可能性のある集団では、植栽された個体が別地点から持ち込まれた場合、近隣集団との間で遺伝子攪乱を生じる可能性が考えられた。このような遺伝的攪乱は植栽された集団の非適応的な遺伝子が周辺集団に広まったり、周辺集団に保持されていた馴応的な遺伝子が遺伝的浮動により消失する危険性がある(亀山, 2006)。このことから、人為的影響はダンギクの自生地に対して直接的なダメージだけでなく、間接的にも影響していることが示唆された。

自生地調査における形態調査により、地域間で草姿に変異がみられた。自生地では、結実時草丈および花房数以外に、花や葉の形状、および花色等においても自生集団間で変異がみられた。このことから、ダンギクの各自生集団は、多様な表現型を示すことが示唆された。そこで、国内におけるダンギク自生集団の表現型の多様性を把握するために、各自生集団の採集種子を用いた同一栽培条件下における生育調査をおこなった。



Fig. 2-18. 護岸工事により集団内個体数が減少したと考えられた海岸沿いの集団(C19)

第 III 章 ダンギク国内自生集団における表現型の多様性

1. 緒言

本章では、第 II 章の自生地における形態調査で確認された国内 109 自生集団の表現型の多様性を把握するために、同一栽培条件下における各自生集団の生育調査をおこなった。109 集団を 1 年間で調査するのは栽培場所の都合上困難であったため、対馬の 72 自生集団における生育調査と、対馬 20 集団を含む西九州 57 集団における生育調査を別年度におこなった。

2. 対馬の 72 自生集団における生育調査

2.1 材料および方法

2.1.1 供試材料

対馬における自生集団の生育調査は 2010 年度におこなった。自生地調査により採集した 72 自生集団の種子を播種し、同一条件下で栽培した実生苗を供試材料とした。実験に用いた種子の採取地は第 II 章 Fig. 2-3.2, Table 2-1 の通りである。各自生集団における自生地環境の情報は Table 3-1 に示した。集団内個体数が 500 個体を超える集団は 500 個体分布面積が 3,000 m² を超える集団は 3,000 m² として、分析に供した。また、各自生集団は、海水面からの距離が約 20 m 未満の自生地を海岸地、約 20m 以上の自生地を内陸地における集団として分類した。C37 および C61 では、2014 年の対馬における自生地再調査によって自生集団の消滅を確認しており、自生地個体数および分布面積を計測できなかった。そのため、これらの集団の自生地個体数および分布面積として、他の対馬自生集団の平均値を代用した。

2.1.2 栽培方法

1) 播種

前述した対馬における 72 自生集団の種子各 50 粒を無作為に選び、2010 年 4 月 1 日に一斉に播種した。播種は以下の(1)～(4)の方法でおこなった。

- (1) チャックつきビニル袋 {ユニパック B-4 (85×60×0.04 mm), 生産日本社} に、各集団で種子を 50 粒ずつ入れ、表面に集団番号を記入した。
- (2) シャーレ(滅菌シャーレ 深型 90×20 mm, AGC テクノグラス)に濾紙(直径 45 mm) 6～8 枚を入れ、純水でシャーレの底面に空気が入らないように密着させた。播種日、集団番号を蓋の上面に油性マジックで記入した。
- (3) GA3 100 ppm (Gibberellin A3, 和光純薬工業)を濾紙から染み出す程度加え、ピンセツ

Table 3-1.1. 対馬72自生集団における各自生地環境

集団番号	自生地 ^a	標高(m)	集団内 個体数	分布面積 (m ²)	緯度	経度
C1	I	75	67	675	34° 16' 26 "	129° 12' 31 "
C2	S	4	9	60	34° 19' 5 "	129° 13' 42 "
C3	I	66	14	80	34° 17' 34 "	129° 14' 3 "
C4	S	2	500	3000	34° 17' 28 "	129° 15' 28 "
C5	S	5	46	1410	34° 17' 30 "	129° 18' 6 "
C6	I	16	51	1305	34° 13' 46 "	129° 13' 4 "
C7	S	4	2	4	34° 10' 3 "	129° 10' 38 "
C8	I	59	29	272	34° 9' 29 "	129° 10' 37 "
C9	I	96	500	3000	34° 6' 48 "	129° 10' 30 "
C10	I	96	230	23	34° 6' 56 "	129° 10' 36 "
C11	I	77	16	20	34° 7' 12 "	129° 13' 5 "
C12	I	68	83	175	34° 8' 18 "	129° 16' 22 "
C13	S	4	3	4	34° 8' 47 "	129° 16' 34 "
C14	S	6	9	5	34° 9' 56 "	129° 17' 2 "
C15	S	3	15	26	34° 18' 1 "	129° 15' 8 "
C16	S	1	65	13	34° 17' 25 "	129° 15' 43 "
C17	I	7	500	3000	34° 18' 35 "	129° 21' 10 "
C18	I	21	500	3000	34° 19' 4 "	129° 20' 17 "
C19	S	4	7	16	34° 20' 15 "	129° 22' 12 "
C20	S	4	500	3000	34° 20' 21 "	129° 23' 29 "
C21	S	2	40	80	34° 21' 10 "	129° 24' 20 "
C22	S	3	87	720	34° 20' 46 "	129° 21' 53 "
C23	S	1	27	10	34° 22' 23 "	129° 21' 9 "
C24	I	13	500	2100	34° 23' 0 "	129° 20' 32 "
C25	I	37	9	100	34° 23' 2 "	129° 19' 43 "
C26	I	15	49	192	34° 21' 58 "	129° 19' 11 "
C27	S	10	20	50	34° 20' 56 "	129° 18' 57 "
C28	I	32	1	1	34° 21' 0 "	129° 18' 41 "
C29	I	62	3	2	34° 21' 45 "	129° 18' 32 "
C30	S	40	6	2	34° 23' 2 "	129° 18' 54 "
C31	S	3	131	2870	34° 21' 57 "	129° 16' 44 "
C32	S	3	500	768	34° 27' 52 "	129° 18' 53 "
C33	S	3	15	18	34° 27' 26 "	129° 17' 57 "
C34	I	17	10	126	34° 28' 16 "	129° 16' 56 "
C35	I	122	163	1482	34° 29' 7 "	129° 17' 47 "
C36	S	2	3	1	34° 30' 37 "	129° 18' 7 "

^a S= 海岸地, I= 内陸地

Table 3-1.2. 対馬72自生集団における各自生地環境

集団番号	自生地	標高(m)	集団内 個体数	分布面積 (m ²)	緯度	経度
C37	S	5	-	-	34° 23' 15 "	129° 17' 18 "
C38	S	2	125	1230	34° 23' 33 "	129° 21' 22 "
C39	S	7	500	3000	34° 26' 8 "	129° 22' 1 "
C40	I	12	500	3000	34° 28' 30 "	129° 23' 26 "
C41	S	12	500	3000	34° 28' 30 "	129° 23' 26 "
C42	I	51	500	3000	34° 29' 31 "	129° 24' 7 "
C43	I	40	500	3975	34° 31' 17 "	129° 26' 4 "
C44	I	55	53	370	34° 33' 5 "	129° 27' 3 "
C45	S	4	7	4	34° 33' 10 "	129° 27' 33 "
C46	S	10	7	3500	34° 35' 54 "	129° 28' 27 "
C47	S	8	41	750	34° 37' 37 "	129° 26' 37 "
C48	S	7	75	195	34° 39' 28 "	129° 28' 51 "
C49	S	20	1	1	34° 40' 57 "	129° 28' 20 "
C50	S	2	23	175	34° 41' 40 "	129° 26' 21 "
C51	S	4	16	120	34° 40' 26 "	129° 25' 55 "
C52	S	3	40	180	34° 38' 26 "	129° 23' 37 "
C53	I	78	500	1050	34° 38' 38 "	129° 19' 37 "
C54	I	17	13	400	34° 33' 55 "	129° 18' 31 "
C55	I	2	48	56	34° 32' 6 "	129° 20' 33 "
C56	I	7	25	25	34° 28' 43 "	129° 23' 39 "
C57	I	90	28	1480	34° 23' 16 "	129° 22' 6 "
C58	I	39	12	70	34° 13' 9 "	129° 11' 42 "
C59	I	146	4	4	34° 19' 1 "	129° 12' 44 "
C60	I	19	162	3000	34° 18' 25 "	129° 13' 26 "
C61	I	44	-	-	34° 18' 16 "	129° 17' 39 "
C62	S	3	500	3000	34° 18' 51 "	129° 16' 48 "
C63	S	2	68	304	34° 18' 50 "	129° 21' 57 "
C64	S	2	188	390	34° 22' 18 "	129° 22' 39 "
C65	I	40	50	199	34° 23' 0 "	129° 18' 57 "
C66	I	11	9	21	34° 21' 49 "	129° 14' 37 "
C67	S	4	500	3000	34° 26' 14 "	129° 17' 36 "
C68	S	4	47	530	34° 27' 4 "	129° 18' 55 "
C69	I	43	75	400	34° 37' 53 "	129° 28' 41 "
C70	S	4	9	30	34° 37' 44 "	129° 28' 32 "
C71	S	3	44	450	34° 37' 6 "	129° 28' 44 "
C72	S	8	3	3000	34° 16' 28 "	129° 19' 56 "

トでチャックつきビニル袋内の種子を取り出し、濾紙上へ適当な間隔に広げた。

(4) PARA FILM (BEMIS)でシャーレの縁を閉じ密閉した。シャーレの蓋には播種日、集団番号を油性マジックで記入した。

(5) 播種したシャーレを、室温約 25 °C、光強度 200~250 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 下の恒温室内に置いた。覆土の代わりにシャーレを段ボール箱に入れ、新聞紙で蓋をして遮光した。シャーレ内は純水を加え常に水が濾紙から染み出す程度の状態を維持した。

2) セルトレイ移植

播種後約 4~7 日で発芽し幼根を確認した後、子葉の展開に関わらず、順にセルトレイ (6×5 セル)にピンセットを使用して植え付けた。セルトレイは、市販のセルトレイ(セルトレイ PP200, アンドウケミカル)をハサミで切断して作製し、用土は Metro Mix 350 (Sun Gro Horticulture)を使用した。各集団最大 30 個体をプラグ上げすることを目標とし、植え付けた個体数が 30 個体を越えた集団のシャーレは処分した。植え付けの遅い個体でも 4 月末までに完了した。植え付けを終えたセルトレイは、強光や乾燥を防ぐため温室内に簡易なセル苗用トンネルを作成した。セルトレイ栽培用トンネルには乾燥を防ぐために内張りを張り、さらに強光による葉焼けを防ぐために寒冷紗を掛けた。

3) ポット上げ・鉢上げ

セルトレイへ移植した苗は、本葉が 4~6 枚程度で、セルトレイの底面の穴から根張りを確認できた個体から順次 2.5 号ポット(連結育苗ポット 64.5×64.5×68 mm, アンドウケミカル)にポット上げをおこなった。2.5 号ポットへのポット上げは、セルトレイの移植から約 1 ヶ月後に開始した。ポット上げの遅い個体でも 6 月初旬までに完了した。栽培用培養土には赤玉土：ピートモス：パーライト=7：2：1 の配合に、元肥なしの培養土(シダラ)を使用した。各集団最大 20 個体をポット上げすることを目標とし、余剰株は処分した。

ポット上げした個体は、本葉が 8~12 枚、草丈が 10 cm 程度で、ポットの下から根張りを確認できた段階で、7 号プラスチック鉢に鉢上げした。7 号鉢へは各集団 12 個体ずつ

を鉢上げし，残りは処分した．鉢上げ後は，集団番号と個体番号を記入したラベルを鉢ごとに挿し，千葉大学園芸学部圃場内の無加温温室内で栽培管理した．

4) 灌水

(1) セルトレイ育苗

用土の表面が乾いているセルトレイは，水を張ったバット(プラ船 80, リス興業)に浮かべ，トレイの底面から吸水させた．吸水の悪いセルトレイには，水道水を入れた洗浄瓶によって個体ごとに灌水した．

(2) ポット苗

用土の表面が乾いた個体には，はす口をホースに挿して灌水した．

(3) 7号鉢

ほぼ毎日，はす口をホースに挿し，鉢土の乾いた個体に十分灌水した．このとき水流をあまり強くせず，個体に水圧がかかって曲がらないように気をつけながら鉢底から水が流れ出るまで灌水した．

5) 施肥

セルトレイ栽培時に，葉の黄変が確認された集団には 2000 倍に希釈した微量元素(Fe-Mn-Zn-Cu-Mo = 4-1.2-1.3-0.4-0.1, 研光通商)をスプレーで散布した．また，追肥として 2.5 号ポットおよび 7 号鉢栽培時に 2000 倍に希釈したハイポネクス(N-P-K = 6-10-5, ハイポネクスジャパン)を 1 ヶ月に 1 回程度与えたが，生育が改善されなかったため，8 月から 2 週間に 1 度の頻度で液肥を与えた．また，8 月 1 日と 10 月 1 日に各鉢に 1 粒ずつプロミック錠剤中粒(N-P-K = 12-12-12, ハイポネクスジャパン)を置き肥として与えた．

2.1.3 計測方法

計測項目として，農林水産省品種登録ホームページ『農林水産植物種類別審査基準』(<http://www.hinsyu.maff.go.jp/info/sinsakijun/kijun/1143.pdf>)を参考に，ダンギクの表現型を

示す 36 項目を設定して計測した。

1) 開花調査

調査は第 1 花の花冠裂片が完全に開いた段階で開花したものとし、各集団において個体ごとに播種から開花までの到花日数を算出した。

到花日数

2) 花器形態調査

開花調査の後、各集団 1 個体につき完全に開花した 2 花を無作為に選び、以下の 5 項目についてデジタルノギス(200 デジマチックキャリパ 500-124, ミットヨ)を用いて計測した。調査部位は Fig. 3-1 に示した。花冠長は花弁の先端からがくの末端までの距離を、花冠幅は花弁上部から唇弁の先端までの距離を計測した(種苗管理センター, 2004)。雄ずいと雌ずいは各花を分解して計測した。

花冠長

花冠幅

雄ずい長

雌ずい長

がく長

3) 草姿形態調査(開花時)

各個体の第一花房が完全開花した段階で、集団ごとに以下の項目についてデジタルノギスとメジャーを用いて計測した。調査部位は Fig. 3-2, 3-3 に示した。小花数、花房縦径、花房横径は第一花房を用いて計測した。花房間長は第一花房から第二花房までの距離を、節間長は第一花房から一節下までの距離を計測した。

花柄長

花柄幅

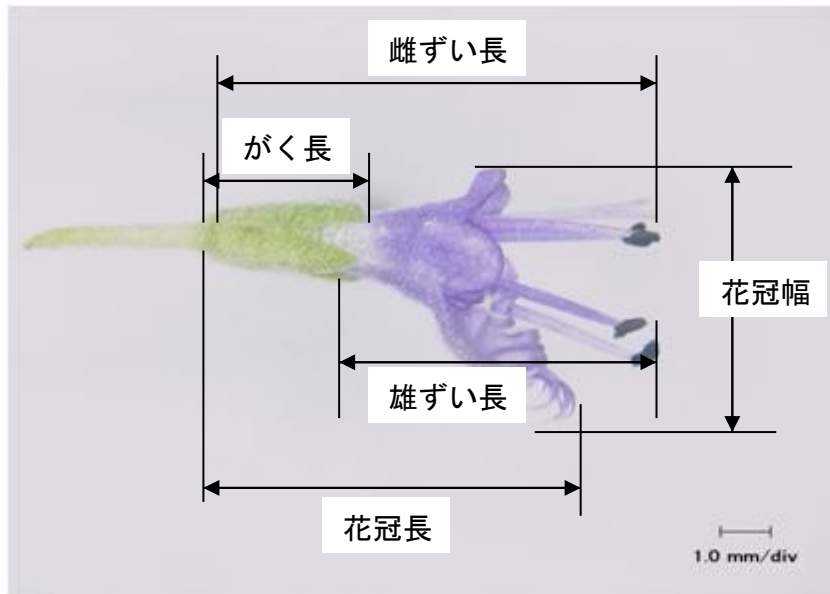


Fig. 3-1. 花器形態調査部位

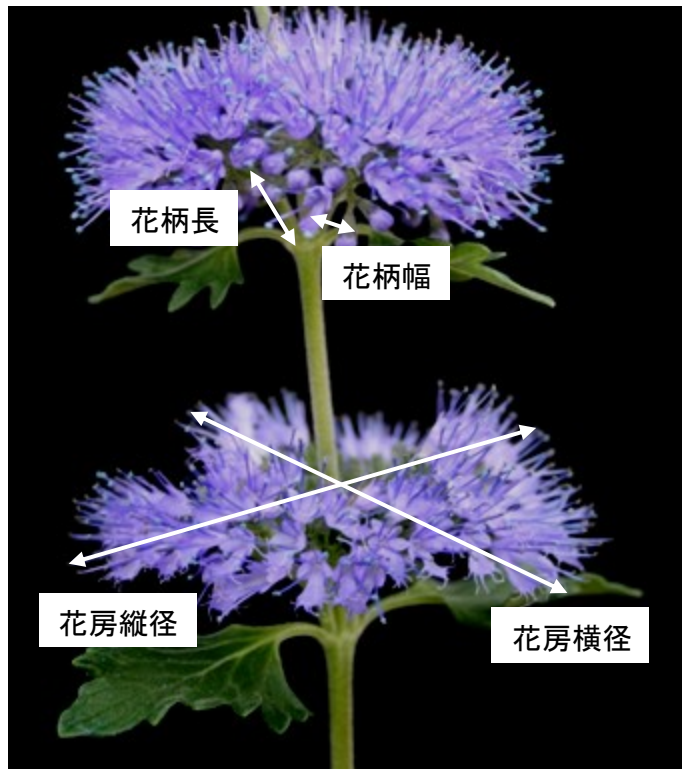


Fig. 3-2. 花房形態調査部位

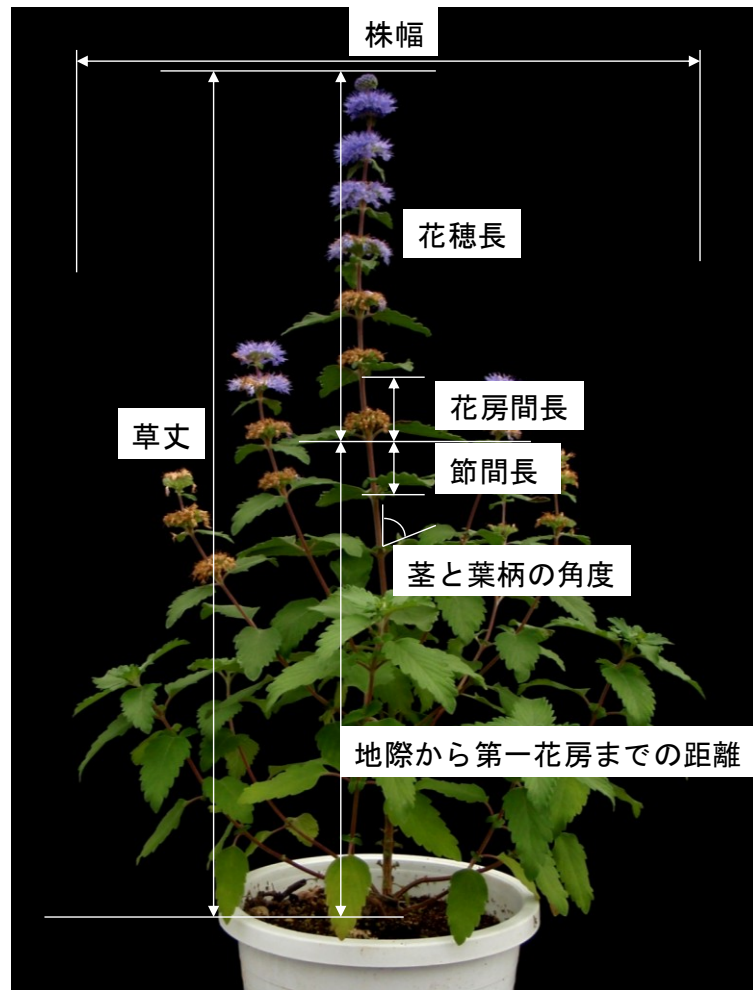


Fig. 3-3. 草姿形態調査部位

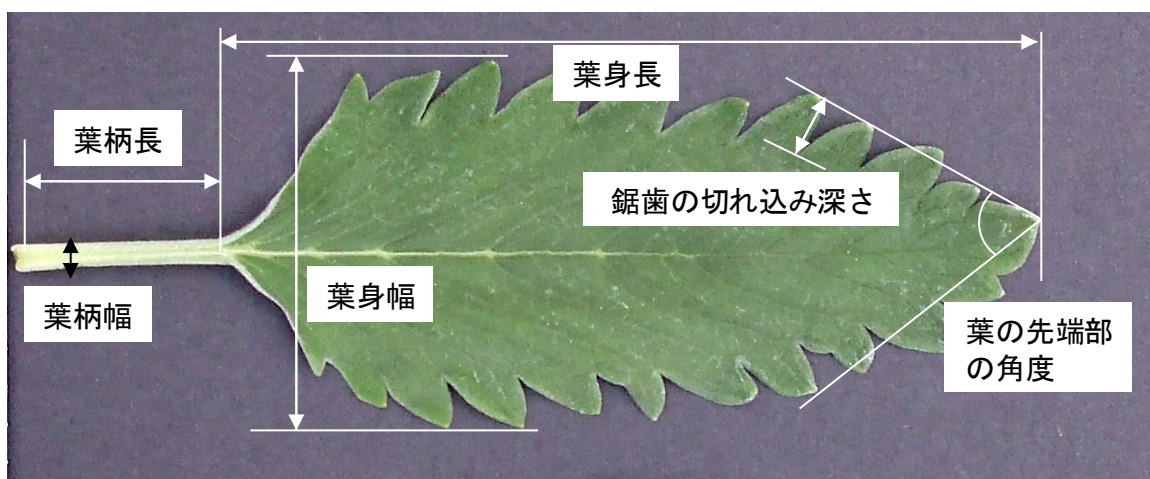


Fig. 3-4. 葉形態調査部位

小花数

花房縦径

花房縦径

花房横径

花房間長

地際から第一花房までの距離

第一花着花節位

開花時草丈

株幅

節間長

4) 草姿形態調査(閉花時)

各個体のすべての花が完全閉花した段階で、集団ごとに以下の項目についてデジタルノギスとメジャーを用いて計測した。調査部位は Fig. 3-3 に示した。花房数は各個体の主茎を用いて計測した。なお、株幅は開花時と閉花時のうち、大きい計測値を株幅として記録した。

花房数

結実時草丈

着花側枝数

開花期間

茎径

5) 葉形態調査

各集団 5 個体を無作為に選び、それぞれ第 10 節目の十分に展開した成葉をプリンターで等倍コピーし、以下の項目についてデジタルノギスと分度器を用いて計測した。調査部位は Fig. 3-3, 3-4 に示した。鋸歯の切れ込みの深さは、葉先端より 5 番目の鋸歯の先端と

その手前の切れ込み部分までの距離を計測した。葉の先端の角度は、葉先端と葉両側の 5 番目の鋸歯の先端を結ぶ角度を計測し、茎と葉柄の角度は、主茎と葉の向軸側の角度を計測した。

葉身長

葉身幅

葉柄長

葉柄幅

鋸歯数

鋸歯の切れ込みの深さ

葉の先端部の角度

茎と葉柄の角度

6) 葉色調査

各集団 5 個体を無作為に選び、それぞれ葉形態調査をおこなった第 10 節の反対側の葉を採取し、分光側色計 CM-700d (KONICA MINOLTA)を用いて、ハンターLab 値を測色した。

葉色(L 値)

葉色(a 値)

葉色(b 値)

7) 花色調査

各集団 5 株を無作為に選び、各個体で異なる花房に咲いた小花を複数採取した。小花から着色のみられる下唇弁のみを分離し、白紙の上に隙間ができないように並べ、透明なセロハンテープで固定したものをサンプルとした。個体ごとに 2 サンプルずつ作成し、CM-700d を用いて、ハンターLab 値を測色した。

花色(L 値)

花色(a 値)

花色(b 値)

2.1.4 分析方法

分析は、千葉大学情報処理センターの応用統計プログラム SPSS を用いて 45 変数(一次変数 36, 二次変数 9)を統計処理した。各集団の表現型を比較するため、バリマックス回転による主成分分析に供した。また、表現型によるグループ分類のため、ward 法によるクラスター分析に供し、デンドログラムを作成した。自生地環境および表現型により分類した各グループの集団間における各変数の有意差検定のため、t 検定および一元配置分散分析に供した。自生地環境は海岸地と内陸地に分布する各集団を分類した。一元配置分散分析の検定法として、等分散性が仮定される場合 Tukey B, またはサンプルサイズが大きく異なる場合 Hochberg の GT2, 等分散性が仮定されない場合, Dunnet T3 を用いた。また、変数間および自生地環境との相関関係を調査するため、Pearson の積率相関係数を求めた。分析に用いた変数は以下のとおりである。

X1.....	花冠長
X2.....	花冠幅
X3.....	花冠長／花冠幅(X3／X4)
X4.....	雄ずい長
X5.....	雌ずい長
X6.....	雄ずい長／雌ずい長(X4／X5)
X7.....	がく長
X8.....	花柄長
X9.....	花柄幅
X10.....	小花数
X11.....	花房数

X12.....	花房縦径
X13.....	花房横径
X14.....	花房縦径／花房横径(X12／X13)
X15.....	花房間長
X16.....	地際から第一花房までの距離
X17.....	花穂長(X20－X16)
X18.....	第一花着花節位
X19.....	開花時草丈
X20.....	結実時草丈
X21.....	開花時草丈／結実時草丈(X19／X20)
X22.....	株幅
X23.....	節間長
X24.....	着花側枝数
X25.....	到花日数
X26.....	開花期間
X27.....	葉身長
X28.....	葉身幅
X29.....	葉身長／葉身幅(X27／X28)
X30.....	葉柄長
X31.....	葉柄幅
X32.....	鋸齒数
X33.....	鋸齒の切れ込みの深さ
X34.....	葉の先端部の角度
X35.....	茎と葉柄の角度
X36.....	葉色(L 値)
X37.....	葉色(a 値)

X38.....	葉色(b 値)
X39.....	花色(L 値)
X40.....	花色(a 値)
X41.....	花色(b 値)
X42.....	茎径
X43.....	結実時草丈／花房数(X20／X11)
X44.....	花穂長／地際から第一花房までの距離(X17／X16)
X45.....	花穂長／(花房数－1){X17／(X11-1)}
Y1.....	自生地・結実時草丈
Y2.....	自生地・花房数
Y3.....	自生地・結実時草丈／花房数(Y1／Y2)
Z1.....	標高
Z2.....	集団内個体数
Z3.....	分布面積
Z4.....	緯度
Z5.....	経度

2.2 結果

2.2.1 各変数の平均値および変動係数

集団ごとに開花調査，花器形態調査，草姿形態調査，葉形態調査，葉色調査，花色調査によって得られた計測値の平均値，全集団の平均値と変動係数，および各集団内の変動係数の平均値を算出し，Table 3-2 に示した．

対馬 72 自生集団の到花日数は，最も短い C36 において 168.7 ± 2.9 日，最も長い C23 において 200.0 ± 5.2 日であり，対馬島内において 1 ヶ月程度の変動幅を確認した．全個体の到花日数の平均は 182.8 ± 0.4 日だった．また，開花期間は，最も短い C44 において 29.9 ± 4.4 日，最も長い C66 において 74.0 ± 3.7 日だった．

Table 3-2.1. 対馬72自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
X1 花冠長 [mm]	9.7	8.5	9.3	9.3	10.3	9.0
X2 花冠幅 [mm]	7.8	6.3	6.5	7.1	6.0	6.7
X3 花冠長／花冠幅 (X1／X2)	1.4	1.4	1.5	1.5	1.8	1.4
X4 雄ずい長 [mm]	8.5	6.7	7.3	7.4	7.5	8.1
X5 雌ずい長 [mm]	10.6	9.4	10.8	10.9	11.3	10.7
X6 雄ずい長／雌ずい長 (X4／X5)	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8
X7 がく長 [mm]	3.8	3.7	3.7	3.7	4.0	4.0
X8 花柄長 [mm]	9.4	11.3	8.0	10.2	9.3	10.4
X9 花柄幅 [mm]	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	1.6
X10 小花数	58.8	65.7	91.5	75.8	91.7	85.9
X11 花房数	6.4	7.3	6.2	6.3	6.1	6.9
X12 花房縦径 [mm]	45.3	43.7	44.4	44.3	44.0	45.6
X13 花房横径 [mm]	41.7	38.1	38.1	38.5	40.3	41.3
X14 花房縦径／花房横径 (X12／X13)	1.3	1.3	1.4	1.4	1.2	1.3
X15 花房間長 [mm]	53.8	46.7	54.0	54.9	59.3	51.2
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	330.5	248.8	345.8	302.7	310.8	198.8
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	216.6	218.9	212.5	198.9	154.7	241.3
X18 第一花着花節位	19.3	15.8	17.6	17.7	13.6	12.7
X19 開花時草丈 [mm]	506.4	428.6	543.8	477.3	509.1	400.8
X20 結実時草丈 [mm]	574.1	507.5	601.7	534.0	549.2	470.0
X21 開花時草丈／結実時草丈 (X19／X20)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
X22 株幅 [mm]	371.9	347.0	403.5	360.6	384.3	321.5
X23 節間長 [mm]	49.3	44.9	53.5	51.1	58.0	43.4
X24 着花側枝数	9.4	9.8	9.8	7.6	9.1	6.8
X25 到花日数 [日]	182.1	177.1	182.2	181.4	182.2	169.8
X26 開花期間 [日]	67.6	62.2	59.1	50.3	57.5	46.0
X27 葉身長 [mm]	77.2	71.2	76.8	70.7	77.3	81.1
X28 葉身幅 [mm]	42.0	37.4	36.1	40.2	37.4	41.9
X29 葉身長／葉身幅 (X27／X28)	1.9	1.9	2.1	1.9	2.1	2.1
X30 葉柄長 [mm]	21.5	22.0	21.7	19.6	21.7	23.0
X31 葉柄幅 [mm]	2.7	2.4	2.4	2.7	2.0	2.5
X32 鋸歯数	19.4	21.6	24.0	21.0	19.7	23.8
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	3.5	3.0	3.5	3.4	4.4	3.0
X34 葉の先端部の角度 [°]	65.4	71.4	65.8	67.8	52.0	67.6
X35 茎と葉柄の角度 [°]	67.6	66.4	63.0	61.3	54.3	43.6
X36 葉色 [L値]	33.4	33.3	32.8	32.6	33.2	33.2
X37 葉色 [a値]	-5.9	-5.9	-5.9	-5.7	-5.9	-6.3
X38 葉色 [b値]	10.6	10.9	11.3	10.2	10.5	11.4
X39 花色 [L値]	56.8	60.3	62.0	57.1	48.6	51.2
X40 花色 [a値]	12.1	10.6	9.6	9.8	11.9	10.5
X41 花色 [b値]	-25.4	-20.4	-20.0	-19.8	-23.7	-22.5
X42 茎径 [mm]	10.1	8.9	8.0	8.3	8.6	9.1
X43 結実時草丈／花房数 (X20／X11)	83.3	53.0	43.4	67.7	73.3	63.0
X44 花穂長／地際から第一花房までの距離 (X17／X16)	0.8	1.1	0.8	0.9	0.8	1.6
X45 花穂長／(花房数-1) {X17／(X11-1)}	36.3	38.6	45.2	30.9	42.6	45.7

Table 3-2.2. 対馬72自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C7	C8	C9	C10	C11	C12
X1 花冠長 [mm]	10.7	10.6	9.1	10.0	10.2	10.1
X2 花冠幅 [mm]	6.3	7.7	7.4	6.2	6.0	6.5
X3 花冠長／花冠幅 (X1／X2)	1.7	1.5	1.3	1.6	1.7	1.6
X4 雄ずい長 [mm]	7.9	8.5	8.0	7.3	7.7	8.1
X5 雌ずい長 [mm]	11.8	12.3	10.4	10.2	10.9	10.5
X6 雄ずい長／雌ずい長 (X4／X5)	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8
X7 がく長 [mm]	4.2	4.4	3.8	4.5	4.1	4.1
X8 花柄長 [mm]	8.6	11.6	11.2	8.7	8.6	8.2
X9 花柄幅 [mm]	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5
X10 小花数	53.0	71.9	72.3	91.5	96.2	64.4
X11 花房数	6.5	7.0	7.6	6.4	5.6	7.3
X12 花房縦径 [mm]	42.9	48.1	43.5	44.3	47.0	44.2
X13 花房横径 [mm]	38.2	40.2	40.1	37.3	40.2	39.5
X14 花房縦径／花房横径 (X12／X13)	1.2	1.3	1.2	1.2	1.3	1.4
X15 花房間長 [mm]	31.9	36.4	30.6	44.8	32.9	37.5
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	261.8	284.9	153.1	241.5	221.7	258.5
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	142.3	150.3	204.4	163.2	135.8	179.9
X18 第一花着花節位	18.5	18.9	13.2	14.3	16.6	17.5
X19 開花時草丈 [mm]	382.5	422.8	281.6	399.5	343.3	401.9
X20 結実時草丈 [mm]	455.8	473.4	357.5	448.1	365.0	471.1
X21 開花時草丈／結実時草丈 (X19／X20)	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9
X22 株幅 [mm]	329.3	243.4	226.4	279.2	327.0	271.5
X23 節間長 [mm]	30.3	38.0	27.8	45.6	30.1	34.9
X24 着花側枝数	6.0	4.6	3.6	4.5	6.8	8.3
X25 到花日数 [日]	181.8	194.0	178.9	191.5	185.3	181.9
X26 開花期間 [日]	64.0	57.8	52.4	66.7	57.2	69.9
X27 葉身長 [mm]	79.5	71.0	73.6	78.4	73.6	62.0
X28 葉身幅 [mm]	38.5	35.6	37.3	41.0	42.0	32.4
X29 葉身長／葉身幅 (X27／X28)	2.3	2.2	2.4	1.9	1.8	1.9
X30 葉柄長 [mm]	20.2	18.2	18.2	18.5	24.0	20.9
X31 葉柄幅 [mm]	2.2	2.1	2.2	2.5	2.3	2.1
X32 鋸歯数	24.0	23.4	22.0	20.5	21.4	17.0
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	2.9	2.9	3.9	3.0	2.4	2.3
X34 葉の先端部の角度 [°]	67.3	63.2	70.5	61.0	68.8	64.2
X35 茎と葉柄の角度 [°]	44.3	65.0	56.3	56.0	58.0	68.8
X36 葉色 [L値]	33.5	32.2	30.7	30.7	34.1	31.7
X37 葉色 [a値]	-6.1	-6.0	-5.7	-5.3	-6.0	-5.7
X38 葉色 [b値]	11.6	10.7	10.8	9.2	11.2	10.7
X39 花色 [L値]	38.7	47.8	47.1	49.6	43.9	44.8
X40 花色 [a値]	10.7	11.0	12.7	9.9	14.5	12.9
X41 花色 [b値]	-16.0	-23.6	-25.7	-21.4	-26.4	-23.2
X42 茎径 [mm]	9.9	7.6	6.2	7.4	7.8	7.5
X43 結実時草丈／花房数 (X20／X11)	40.2	60.2	49.0	71.6	66.6	59.6
X44 花穂長／地際から第一花房までの距離 (X17／X16)	0.9	0.7	1.4	1.0	0.7	0.9
X45 花穂長／(花房数-1) {X17／(X11-1)}	29.0	27.6	31.3	27.8	26.8	31.0

Table 3-2.3. 対馬72自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C13	C14	C15	C16	C17	C18
X1 花冠長 [mm]	10.3	11.0	9.1	9.6	9.9	10.2
X2 花冠幅 [mm]	6.5	6.8	6.6	6.7	6.4	6.7
X3 花冠長／花冠幅 (X1／X2)	1.6	1.6	1.5	1.4	1.7	1.7
X4 雄ずい長 [mm]	7.7	8.3	7.2	7.3	7.8	8.0
X5 雌ずい長 [mm]	11.9	11.9	10.2	9.9	11.3	10.4
X6 雄ずい長／雌ずい長 (X4／X5)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8
X7 がく長 [mm]	4.2	4.3	3.5	3.8	4.1	4.3
X8 花柄長 [mm]	8.0	9.2	6.3	13.0	10.3	9.7
X9 花柄幅 [mm]	1.5	1.6	1.5	1.5	1.4	1.6
X10 小花数	64.2	65.5	81.3	99.6	73.5	89.2
X11 花房数	6.2	7.5	6.5	6.9	6.3	7.3
X12 花房縦径 [mm]	44.0	47.6	40.5	45.2	42.0	42.4
X13 花房横径 [mm]	40.5	41.1	37.2	39.7	37.6	39.6
X14 花房縦径／花房横径 (X12／X13)	1.3	1.2	1.4	1.3	1.3	1.3
X15 花房間長 [mm]	42.5	31.9	45.4	43.2	42.4	38.0
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	306.5	237.6	362.5	289.4	250.8	219.9
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	180.9	167.7	164.0	218.6	177.0	178.9
X18 第一花着花節位	16.3	18.6	18.9	15.8	16.0	16.4
X19 開花時草丈 [mm]	465.5	367.2	506.6	478.6	399.5	374.4
X20 結実時草丈 [mm]	512.0	428.3	556.5	523.5	454.8	447.6
X21 開花時草丈／結実時草丈 (X19／X20)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
X22 株幅 [mm]	295.2	304.4	387.2	328.0	281.6	301.5
X23 節間長 [mm]	41.8	27.1	45.3	40.0	39.9	32.9
X24 着花側枝数	8.7	6.8	13.7	7.7	6.8	7.0
X25 到花日数 [日]	187.4	182.3	179.9	178.3	187.8	184.4
X26 開花期間 [日]	60.2	56.1	59.0	63.0	57.8	60.9
X27 葉身長 [mm]	80.7	74.6	75.8	69.4	70.9	78.4
X28 葉身幅 [mm]	37.3	41.2	34.7	40.3	33.7	40.2
X29 葉身長／葉身幅 (X27／X28)	2.3	1.8	2.4	1.7	2.4	2.0
X30 葉柄長 [mm]	21.2	18.5	17.6	18.9	21.0	22.9
X31 葉柄幅 [mm]	2.1	2.2	1.9	2.2	2.0	2.2
X32 鋸歯数	21.2	21.6	21.6	18.6	17.8	22.2
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	3.3	2.2	3.1	2.2	2.9	3.8
X34 葉の先端部の角度 [°]	57.0	69.4	64.4	72.4	52.2	58.2
X35 茎と葉柄の角度 [°]	65.8	68.2	68.4	65.2	39.0	55.8
X36 葉色 [L値]	32.6	32.5	32.0	32.0	32.0	31.1
X37 葉色 [a値]	-5.8	-5.8	-5.8	-5.6	-5.6	-5.4
X38 葉色 [b値]	10.4	10.0	10.7	10.2	10.2	9.5
X39 花色 [L値]	44.1	44.0	50.0	48.9	45.5	49.3
X40 花色 [a値]	12.3	11.8	11.0	11.4	13.3	11.8
X41 花色 [b値]	-24.6	-24.5	-22.3	-19.9	-23.7	-20.8
X42 茎径 [mm]	8.0	8.6	10.1	9.3	8.6	8.8
X43 結実時草丈／花房数 (X20／X11)	65.8	54.2	64.0	70.3	66.2	58.4
X44 花穂長／地際から第一花房までの距離 (X17／X16)	0.7	0.9	0.5	0.9	0.9	1.1
X45 花穂長／(花房数-1) {X17／(X11-1)}	39.7	22.8	29.9	40.1	35.9	36.7

Table 3-2.4. 対馬72自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C19	C20	C21	C22	C23	C24
X1 花冠長 [mm]	10.1	9.2	10.4	10.2	9.4	10.0
X2 花冠幅 [mm]	5.5	6.3	6.9	7.2	6.2	6.9
X3 花冠長/花冠幅 (X1/X2)	1.9	1.5	1.6	1.4	1.5	1.5
X4 雄ずい長 [mm]	7.2	7.9	8.7	8.4	7.3	7.5
X5 雌ずい長 [mm]	10.8	10.6	11.2	10.2	10.7	11.4
X6 雄ずい長/雌ずい長 (X4/X5)	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7
X7 がく長 [mm]	4.0	3.4	4.0	4.4	4.1	4.2
X8 花柄長 [mm]	9.1	9.3	10.6	10.3	5.8	9.7
X9 花柄幅 [mm]	1.7	1.4	1.4	1.4	1.6	1.4
X10 小花数	91.7	86.2	81.2	63.8	112.5	78.1
X11 花房数	7.5	6.7	5.6	4.9	5.1	9.5
X12 花房縦径 [mm]	44.0	39.3	49.0	39.9	42.4	41.9
X13 花房横径 [mm]	39.6	33.7	42.9	38.0	38.9	38.3
X14 花房縦径/花房横径 (X12/X13)	1.3	1.2	1.4	1.3	1.3	1.4
X15 花房間長 [mm]	44.9	53.2	51.5	47.9	51.8	41.6
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	285.1	321.6	312.7	271.8	327.5	219.8
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	168.4	156.6	85.3	167.4	157.0	256.9
X18 第一花着花節位	16.3	20.0	17.4	16.9	17.4	15.1
X19 開花時草丈 [mm]	472.4	529.0	459.0	425.9	487.4	454.3
X20 結実時草丈 [mm]	532.3	572.7	515.0	462.6	503.4	523.9
X21 開花時草丈/結実時草丈 (X19/X20)	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9
X22 株幅 [mm]	342.7	404.1	296.9	306.4	300.8	317.1
X23 節間長 [mm]	39.5	50.6	51.2	46.0	49.2	37.5
X24 着花側枝数	6.5	9.2	6.3	4.8	6.2	9.1
X25 到花日数 [日]	183.8	186.7	192.3	187.2	200.0	170.6
X26 開花期間 [日]	50.4	58.6	60.9	48.8	48.4	59.4
X27 葉身長 [mm]	77.7	70.2	78.5	61.6	66.9	74.0
X28 葉身幅 [mm]	40.0	35.7	37.8	33.2	36.0	23.2
X29 葉身長/葉身幅 (X27/X28)	2.0	2.1	2.2	1.8	1.9	3.2
X30 葉柄長 [mm]	20.8	22.6	21.5	23.2	19.4	36.8
X31 葉柄幅 [mm]	2.2	2.1	2.3	1.8	2.2	2.2
X32 鋸歯数	17.8	20.2	20.4	18.0	18.0	20.0
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	2.7	1.9	2.7	3.2	2.8	2.8
X34 葉の先端部の角度 [°]	62.4	60.6	58.8	60.0	64.4	65.2
X35 茎と葉柄の角度 [°]	60.2	46.2	36.2	42.8	59.4	72.2
X36 葉色 [L値]	31.2	33.7	32.3	35.2	29.9	31.9
X37 葉色 [a値]	-5.7	-5.8	-6.1	-6.5	-5.3	-5.4
X38 葉色 [b値]	10.2	10.5	11.0	13.0	8.6	9.6
X39 花色 [L値]	45.8	49.3	50.3	47.0	49.3	55.3
X40 花色 [a値]	12.1	11.0	10.0	12.1	11.9	9.5
X41 花色 [b値]	-22.1	-20.1	-19.7	-22.3	-20.1	-19.9
X42 茎径 [mm]	8.6	9.6	7.8	8.5	7.8	8.2
X43 結実時草丈/花房数 (X20/X11)	72.3	69.1	73.6	75.4	71.7	52.3
X44 花穂長/地際から第一花房までの距離 (X17/X16)	1.0	0.9	0.7	0.7	0.6	1.5
X45 花穂長/(花房数-1) {X17/(X11-1)}	34.6	39.6	38.6	50.6	32.7	31.0

Table 3-2.5. 対馬72自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C25	C26	C27	C28	C29	C30
X1 花冠長 [mm]	9.5	9.9	9.4	8.5	10.1	9.8
X2 花冠幅 [mm]	6.6	7.5	6.6	5.7	6.9	7.0
X3 花冠長／花冠幅 (X1／X2)	1.5	1.4	1.5	1.6	1.5	1.4
X4 雄ずい長 [mm]	7.5	9.0	8.1	7.5	7.7	7.4
X5 雌ずい長 [mm]	10.4	12.8	11.0	10.7	11.3	11.8
X6 雄ずい長／雌ずい長 (X4／X5)	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6
X7 がく長 [mm]	3.8	4.2	3.8	4.1	4.3	3.9
X8 花柄長 [mm]	9.9	11.3	8.9	6.1	9.8	10.8
X9 花柄幅 [mm]	1.5	1.5	1.4	1.4	1.6	1.4
X10 小花数	117.5	118.6	78.8	81.9	96.7	120.1
X11 花房数	5.4	4.5	6.0	6.8	4.7	6.3
X12 花房縦径 [mm]	45.6	53.2	44.6	43.2	45.3	45.0
X13 花房横径 [mm]	40.4	48.0	41.0	39.9	39.0	41.2
X14 花房縦径／花房横径 (X12／X13)	1.4	1.4	1.2	1.4	1.2	1.4
X15 花房間長 [mm]	51.2	52.2	54.5	39.8	54.1	47.2
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	250.0	380.6	340.6	341.7	280.3	309.2
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	112.3	141.0	157.2	181.0	164.9	146.6
X18 第一花着花節位	16.5	18.6	18.4	17.8	15.1	17.4
X19 開花時草丈 [mm]	404.8	539.4	534.9	522.3	446.7	481.1
X20 結実時草丈 [mm]	436.5	555.2	566.0	552.7	465.4	524.5
X21 開花時草丈／結実時草丈 (X19／X20)	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9
X22 株幅 [mm]	344.3	325.2	380.1	381.3	321.9	301.5
X23 節間長 [mm]	49.5	57.3	49.6	39.4	52.6	42.5
X24 着花側枝数	7.4	4.3	9.8	8.6	5.8	6.9
X25 到花日数 [日]	185.1	198.7	178.6	185.0	188.0	179.5
X26 開花期間 [日]	59.6	49.7	50.3	48.8	53.8	55.5
X27 葉身長 [mm]	74.8	62.7	75.3	73.4	70.1	82.0
X28 葉身幅 [mm]	37.8	32.9	35.4	38.6	40.6	33.9
X29 葉身長／葉身幅 (X27／X28)	2.1	1.9	2.1	1.9	1.7	2.5
X30 葉柄長 [mm]	23.3	21.3	26.0	19.0	23.5	22.7
X31 葉柄幅 [mm]	2.1	2.1	2.0	2.3	2.3	2.1
X32 鋸歯数	22.8	18.6	18.8	21.0	20.8	25.3
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	2.4	2.1	3.1	2.9	3.0	2.4
X34 葉の先端部の角度 [°]	63.4	62.4	64.2	55.6	71.0	53.0
X35 茎と葉柄の角度 [°]	48.4	50.6	57.6	72.0	44.8	54.3
X36 葉色 [L値]	33.0	31.3	30.8	33.4	33.5	31.1
X37 葉色 [a値]	-6.0	-5.9	-5.3	-6.3	-6.4	-5.3
X38 葉色 [b値]	10.8	10.5	9.2	11.6	11.8	9.4
X39 花色 [L値]	51.2	47.2	50.4	54.5	49.2	48.3
X40 花色 [a値]	11.4	11.7	10.8	9.7	12.0	10.9
X41 花色 [b値]	-21.0	-22.5	-21.5	-19.4	-22.2	-20.6
X42 茎径 [mm]	7.5	8.0	8.4	7.4	6.5	8.2
X43 結実時草丈／花房数 (X20／X11)	64.8	93.3	59.3	77.9	87.2	76.0
X44 花穂長／地際から第一花房までの距離 (X17／X16)	0.9	0.5	0.7	0.7	0.7	0.8
X45 花穂長／(花房数-1) {X17／(X11-1)}	39.0	41.1	45.1	35.9	43.4	37.5

Table 3-2.6. 対馬72自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C31	C32	C33	C34	C35	C36
X1 花冠長 [mm]	9.8	9.1	9.5	9.2	9.1	9.0
X2 花冠幅 [mm]	7.0	7.0	6.4	7.0	6.9	7.0
X3 花冠長/花冠幅 (X1/X2)	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.3
X4 雄ずい長 [mm]	8.0	7.0	7.8	8.0	7.6	8.1
X5 雌ずい長 [mm]	11.2	10.1	11.2	10.7	10.4	10.9
X6 雄ずい長/雌ずい長 (X4/X5)	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8
X7 がく長 [mm]	4.4	3.8	4.0	4.0	4.4	4.1
X8 花柄長 [mm]	13.6	7.7	8.4	11.0	7.8	11.1
X9 花柄幅 [mm]	1.5	1.4	1.4	1.3	1.5	1.5
X10 小花数	59.1	79.3	70.6	111.0	87.3	81.9
X11 花房数	5.1	7.0	5.5	6.3	6.8	10.8
X12 花房縦径 [mm]	46.1	40.6	43.7	47.8	43.8	43.4
X13 花房横径 [mm]	39.4	36.5	39.0	42.5	38.9	36.4
X14 花房縦径/花房横径 (X12/X13)	1.2	1.3	1.4	1.2	1.4	1.4
X15 花房間長 [mm]	55.1	47.1	53.7	33.2	39.0	38.6
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	248.4	293.7	320.1	196.7	253.7	200.5
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	205.0	228.6	178.5	104.5	178.5	319.5
X18 第一花着花節位	16.4	15.5	18.2	16.9	17.1	16.1
X19 開花時草丈 [mm]	433.0	494.5	475.8	344.5	408.1	427.2
X20 結実時草丈 [mm]	467.3	543.6	515.7	366.9	480.5	571.5
X21 開花時草丈/結実時草丈 (X19/X20)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8
X22 株幅 [mm]	276.2	368.2	279.9	277.6	318.8	332.0
X23 節間長 [mm]	52.7	43.6	50.7	29.1	34.9	32.2
X24 着花側枝数	4.8	8.2	9.4	6.8	10.4	5.8
X25 到花日数 [日]	189.0	172.8	181.5	174.1	173.1	168.7
X26 開花期間 [日]	56.5	56.9	49.8	61.8	72.0	63.7
X27 葉身長 [mm]	66.7	71.5	82.9	70.4	70.6	67.8
X28 葉身幅 [mm]	38.9	33.3	34.8	33.5	34.2	33.8
X29 葉身長/葉身幅 (X27/X28)	1.7	2.2	2.4	2.1	2.2	2.3
X30 葉柄長 [mm]	21.6	20.0	23.6	23.9	23.4	20.0
X31 葉柄幅 [mm]	2.3	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
X32 鋸歯数	22.2	19.0	22.2	19.8	18.2	18.0
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	1.4	2.9	3.0	2.8	2.1	2.7
X34 葉の先端部の角度 [°]	70.4	57.8	53.8	57.6	64.8	64.0
X35 茎と葉柄の角度 [°]	50.6	63.8	72.6	64.4	49.2	54.2
X36 葉色 [L値]	33.8	31.4	32.1	32.7	32.8	31.7
X37 葉色 [a値]	-6.4	-6.0	-5.7	-6.3	-6.3	-5.9
X38 葉色 [b値]	11.6	10.3	9.6	11.2	10.8	10.4
X39 花色 [L値]	47.8	57.5	51.1	48.5	47.8	54.6
X40 花色 [a値]	11.0	11.1	10.7	11.5	12.1	12.9
X41 花色 [b値]	-23.1	-21.2	-22.6	-20.9	-23.1	-23.2
X42 茎径 [mm]	6.9	7.5	7.5	8.0	8.2	7.8
X43 結実時草丈/花房数 (X20/X11)	87.9	73.1	69.7	49.5	60.2	44.5
X44 花穂長/地際から第一花房までの距離 (X17/X16)	1.0	1.0	0.7	0.9	1.1	2.1
X45 花穂長/(花房数-1) {X17/(X11-1)}	54.4	37.8	33.5	28.5	34.0	38.3

Table 3-2.7. 対馬72自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C37	C38	C39	C40	C41	C42
X1 花冠長 [mm]	9.2	9.9	9.2	9.0	9.6	8.0
X2 花冠幅 [mm]	6.9	6.1	7.1	6.8	7.3	6.0
X3 花冠長／花冠幅 (X1／X2)	1.5	1.7	1.4	1.4	1.4	1.4
X4 雄ずい長 [mm]	7.0	7.8	7.8	7.1	7.6	6.6
X5 雌ずい長 [mm]	11.5	10.7	10.7	10.0	10.3	8.6
X6 雄ずい長／雌ずい長 (X4／X5)	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8
X7 がく長 [mm]	3.9	3.8	3.7	3.9	3.7	3.4
X8 花柄長 [mm]	10.4	8.1	9.1	9.4	8.6	8.6
X9 花柄幅 [mm]	1.6	1.5	1.4	1.5	1.5	1.4
X10 小花数	91.9	81.5	83.8	83.3	93.0	106.9
X11 花房数	5.7	6.6	6.8	4.7	5.3	7.2
X12 花房縦径 [mm]	45.3	42.8	44.0	41.7	45.3	40.9
X13 花房横径 [mm]	42.3	37.7	40.6	37.3	39.3	36.0
X14 花房縦径／花房横径 (X12／X13)	1.3	1.3	1.4	1.2	1.3	1.2
X15 花房間長 [mm]	48.6	47.4	44.2	44.2	56.0	32.2
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	222.3	295.3	270.1	306.2	276.1	208.0
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	127.0	191.0	228.4	134.6	204.8	143.8
X18 第一花着花節位	14.9	17.5	17.5	16.6	17.8	15.5
X19 開花時草丈 [mm]	373.6	457.1	479.9	431.9	453.4	371.9
X20 結実時草丈 [mm]	417.4	520.0	514.8	450.6	480.9	399.3
X21 開花時草丈／結実時草丈 (X19／X20)	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9
X22 株幅 [mm]	276.7	296.9	350.7	288.5	293.8	303.7
X23 節間長 [mm]	39.3	47.3	39.3	49.4	50.1	29.8
X24 着花側枝数	6.4	6.0	10.7	8.1	8.1	8.6
X25 到花日数 [日]	181.0	185.4	177.5	188.5	182.1	174.4
X26 開花期間 [日]	58.3	65.8	55.8	56.6	51.3	52.5
X27 葉身長 [mm]	65.0	66.7	69.9	69.7	71.3	50.9
X28 葉身幅 [mm]	30.9	35.5	34.7	33.0	40.7	25.7
X29 葉身長／葉身幅 (X27／X28)	2.4	2.0	2.0	2.2	1.8	2.0
X30 葉柄長 [mm]	14.5	19.6	21.9	21.2	24.1	25.7
X31 葉柄幅 [mm]	2.2	2.2	2.0	2.0	2.2	1.8
X32 鋸歯数	23.3	18.3	19.6	19.0	19.2	16.8
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	2.5	2.7	3.0	3.1	2.9	2.4
X34 葉の先端部の角度 [°]	68.0	63.0	64.6	56.6	65.0	63.8
X35 茎と葉柄の角度 [°]	64.7	69.8	66.0	56.8	64.2	79.2
X36 葉色 [L値]	33.5	32.0	33.3	32.8	32.5	30.8
X37 葉色 [a値]	-6.4	-5.8	-6.0	-6.3	-5.8	-5.4
X38 葉色 [b値]	11.9	10.0	11.2	11.0	10.4	8.9
X39 花色 [L値]	45.6	49.3	48.6	53.6	48.7	47.3
X40 花色 [a値]	12.2	11.8	11.6	11.0	12.6	11.9
X41 花色 [b値]	-23.7	-21.3	-20.7	-20.6	-22.7	-22.2
X42 茎径 [mm]	8.8	7.1	9.0	8.7	8.1	6.8
X43 結実時草丈／花房数 (X20／X11)	70.3	56.1	70.5	72.0	70.2	49.6
X44 花穂長／地際から第一花房までの距離 (X17／X16)	1.0	0.8	1.0	0.5	0.8	1.0
X45 花穂長／(花房数-1) {X17／(X11-1)}	36.2	31.3	42.3	36.0	43.8	28.8

Table 3-2.8. 対馬72自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C43	C44	C45	C46	C47	C48
X1 花冠長 [mm]	9.2	9.1	9.6	10.0	9.9	11.0
X2 花冠幅 [mm]	6.3	6.3	7.0	6.3	7.4	7.3
X3 花冠長／花冠幅 (X1／X2)	1.5	1.5	1.4	1.6	1.4	1.5
X4 雄ずい長 [mm]	7.1	6.8	7.6	7.5	7.5	8.4
X5 雌ずい長 [mm]	10.2	9.5	11.2	10.8	13.0	11.0
X6 雄ずい長／雌ずい長 (X4／X5)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.8
X7 がく長 [mm]	3.9	3.7	4.0	4.3	4.2	4.3
X8 花柄長 [mm]	10.4	8.7	9.3	7.8	6.8	9.0
X9 花柄幅 [mm]	1.6	1.4	1.5	1.6	1.5	1.5
X10 小花数	98.1	67.8	71.4	61.7	48.9	71.7
X11 花房数	6.5	7.3	5.5	6.8	7.3	5.1
X12 花房縦径 [mm]	45.7	40.3	41.1	38.8	43.1	44.1
X13 花房横径 [mm]	38.9	38.2	36.7	35.1	37.7	37.3
X14 花房縦径／花房横径 (X12／X13)	1.2	1.3	1.2	1.4	1.2	1.4
X15 花房間長 [mm]	44.0	46.5	49.4	33.8	38.0	39.4
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	249.7	285.3	277.4	247.2	222.7	272.6
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	203.6	175.3	196.6	174.2	148.7	144.0
X18 第一花着花節位	16.3	17.7	17.3	18.9	20.8	18.7
X19 開花時草丈 [mm]	460.6	509.8	438.1	377.9	384.2	386.7
X20 結実時草丈 [mm]	513.3	540.0	474.0	441.4	446.1	416.6
X21 開花時草丈／結実時草丈 (X19／X20)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
X22 株幅 [mm]	325.6	377.8	296.3	292.1	300.7	330.6
X23 節間長 [mm]	38.5	41.8	47.4	32.8	31.8	41.0
X24 着花側枝数	8.1	6.8	6.1	4.8	7.3	7.9
X25 到花日数 [日]	173.5	177.5	180.0	188.4	178.0	193.1
X26 開花期間 [日]	56.9	29.9	43.7	63.7	73.1	60.6
X27 葉身長 [mm]	64.6	75.6	63.6	67.7	63.1	65.4
X28 葉身幅 [mm]	37.1	43.2	32.7	36.2	34.5	36.4
X29 葉身長／葉身幅 (X27／X28)	1.8	1.8	2.2	1.9	1.8	1.8
X30 葉柄長 [mm]	23.8	19.3	20.7	23.4	22.9	26.6
X31 葉柄幅 [mm]	2.1	2.3	2.3	2.3	2.1	2.2
X32 鋸歯数	19.8	23.6	16.6	16.8	17.5	16.3
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	2.9	2.4	2.4	3.2	2.0	2.2
X34 葉の先端部の角度 [°]	75.8	68.6	64.6	66.8	68.8	68.0
X35 茎と葉柄の角度 [°]	68.8	81.4	60.8	45.0	61.5	42.8
X36 葉色 [L値]	30.2	32.0	31.3	34.2	32.4	32.7
X37 葉色 [a値]	-5.8	-5.6	-6.0	-6.8	-6.4	-6.5
X38 葉色 [b値]	10.1	9.9	10.6	12.8	11.3	11.3
X39 花色 [L値]	53.3	44.5	51.9	46.9	47.7	46.6
X40 花色 [a値]	9.7	13.0	11.8	12.3	12.6	13.1
X41 花色 [b値]	-16.8	-23.0	-21.7	-22.8	-24.1	-22.4
X42 茎径 [mm]	8.5	8.0	7.0	7.2	9.0	8.0
X43 結実時草丈／花房数 (X20／X11)	64.6	74.0	67.7	41.9	62.7	58.0
X44 花穂長／地際から第一花房までの距離 (X17／X16)	1.2	0.9	0.8	0.9	1.1	0.5
X45 花穂長／(花房数-1) {X17／(X11-1)}	48.6	36.6	39.1	33.4	35.7	31.1

Table 3-2.9. 対馬72自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C49	C50	C51	C52	C53	C54
X1 花冠長 [mm]	9.1	10.5	10.2	9.7	10.2	9.5
X2 花冠幅 [mm]	7.4	6.7	6.9	7.7	6.9	6.9
X3 花冠長／花冠幅 (X1／X2)	1.3	1.6	1.5	1.4	1.5	1.4
X4 雄ずい長 [mm]	7.6	7.3	7.4	8.2	7.3	7.9
X5 雌ずい長 [mm]	10.9	10.8	9.9	11.9	10.0	12.3
X6 雄ずい長／雌ずい長 (X4／X5)	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7
X7 がく長 [mm]	3.7	4.0	4.0	3.9	3.9	4.1
X8 花柄長 [mm]	6.7	6.8	8.3	10.3	7.5	9.4
X9 花柄幅 [mm]	1.6	1.4	1.6	1.4	1.6	1.4
X10 小花数	76.7	68.0	74.9	62.2	71.5	96.6
X11 花房数	5.4	5.0	5.4	5.5	5.8	4.4
X12 花房縦径 [mm]	38.8	42.1	43.3	41.1	41.9	42.4
X13 花房横径 [mm]	35.9	38.2	38.3	38.8	38.1	42.6
X14 花房縦径／花房横径 (X12／X13)	1.4	1.4	1.3	1.2	1.4	1.1
X15 花房間長 [mm]	32.8	40.6	53.3	52.3	55.7	42.7
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	201.7	268.1	347.0	292.0	285.3	258.2
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	98.3	137.4	151.7	81.2	191.5	121.0
X18 第一花着花節位	17.3	16.4	16.3	14.7	17.5	15.4
X19 開花時草丈 [mm]	310.7	383.7	491.6	436.5	485.8	381.6
X20 結実時草丈 [mm]	359.0	415.6	537.3	475.2	512.8	397.2
X21 開花時草丈／結実時草丈 (X19／X20)	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0
X22 株幅 [mm]	326.0	291.3	397.4	316.8	274.8	265.4
X23 節間長 [mm]	28.6	40.4	54.0	57.2	52.2	45.1
X24 着花側枝数	7.9	5.1	9.9	6.7	4.3	5.6
X25 到花日数 [日]	180.4	189.8	185.0	186.2	188.5	182.0
X26 開花期間 [日]	55.1	54.9	58.8	56.0	65.3	39.4
X27 葉身長 [mm]	56.3	80.7	77.1	67.2	63.5	79.3
X28 葉身幅 [mm]	30.7	34.5	40.8	34.7	41.1	39.5
X29 葉身長／葉身幅 (X27／X28)	2.0	2.5	1.9	2.0	1.6	2.0
X30 葉柄長 [mm]	21.0	17.9	29.1	25.3	24.6	22.4
X31 葉柄幅 [mm]	2.0	2.2	2.2	2.1	2.6	2.3
X32 鋸歯数	18.2	21.2	20.0	18.3	17.0	20.0
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	2.4	2.8	3.6	2.8	2.8	2.6
X34 葉の先端部の角度 [°]	71.0	51.8	59.5	70.7	71.3	61.3
X35 茎と葉柄の角度 [°]	54.0	51.4	65.0	42.3	41.7	42.7
X36 葉色 [L値]	31.4	34.7	33.7	32.2	34.0	31.7
X37 葉色 [a値]	-6.0	-6.6	-6.2	-5.9	-6.1	-5.8
X38 葉色 [b値]	10.2	12.3	11.4	10.5	11.3	10.4
X39 花色 [L値]	43.5	49.1	50.1	46.9	47.1	47.6
X40 花色 [a値]	12.3	11.3	11.8	11.7	10.1	10.4
X41 花色 [b値]	-25.5	-22.0	-22.4	-22.5	-21.7	-22.6
X42 茎径 [mm]	8.2	7.2	7.7	6.7	7.4	9.6
X43 結実時草丈／花房数 (X20／X11)	67.8	81.3	76.2	51.3	97.3	78.6
X44 花穂長／地際から第一花房までの距離 (X17／X16)	0.8	0.6	0.6	0.7	0.9	0.5
X45 花穂長／(花房数-1) {X17／(X11-1)}	31.0	37.0	42.8	40.4	35.0	33.5

Table 3-2.10. 対馬72自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C55	C56	C57	C58	C59	C60
X1 花冠長 [mm]	9.7	9.9	9.5	10.7	10.2	9.6
X2 花冠幅 [mm]	6.8	6.3	6.8	6.7	6.5	7.1
X3 花冠長／花冠幅 (X1／X2)	1.5	1.6	1.5	1.7	1.6	1.4
X4 雄ずい長 [mm]	7.9	7.2	7.5	7.8	7.5	7.8
X5 雌ずい長 [mm]	10.9	11.3	10.3	11.8	11.6	10.2
X6 雄ずい長／雌ずい長 (X4／X5)	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
X7 がく長 [mm]	4.0	4.1	4.0	3.7	3.6	4.0
X8 花柄長 [mm]	7.0	8.3	8.2	7.5	9.1	8.9
X9 花柄幅 [mm]	1.5	1.4	1.3	1.6	1.5	1.4
X10 小花数	88.8	42.0	71.9	92.0	71.5	59.0
X11 花房数	5.3	5.8	6.6	6.2	6.1	6.4
X12 花房縦径 [mm]	43.5	37.5	43.7	48.8	41.9	42.3
X13 花房横径 [mm]	39.0	36.2	38.6	42.2	35.8	38.3
X14 花房縦径／花房横径 (X12／X13)	1.4	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3
X15 花房間長 [mm]	45.1	38.2	43.8	40.1	39.1	45.3
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	344.6	175.2	316.3	287.2	209.0	296.1
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	145.5	154.1	164.5	143.3	216.7	193.1
X18 第一花着花節位	19.1	14.3	18.5	17.1	17.0	15.4
X19 開花時草丈 [mm]	490.1	288.8	487.5	422.7	347.1	454.7
X20 結実時草丈 [mm]	512.6	339.3	534.8	460.7	425.7	516.3
X21 開花時草丈／結実時草丈 (X19／X20)	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9
X22 株幅 [mm]	342.9	224.6	346.8	353.5	270.4	332.6
X23 節間長 [mm]	43.6	37.4	46.0	39.9	35.4	46.6
X24 着花側枝数	8.9	4.3	7.3	9.1	9.1	7.7
X25 到花日数 [日]	182.0	184.0	176.1	183.5	182.0	188.6
X26 開花期間 [日]	48.6	56.3	38.3	48.2	55.4	68.3
X27 葉身長 [mm]	72.8	67.4	64.9	70.1	67.4	66.9
X28 葉身幅 [mm]	36.6	37.8	32.9	35.9	28.4	35.2
X29 葉身長／葉身幅 (X27／X28)	2.0	1.8	2.0	2.1	2.5	1.9
X30 葉柄長 [mm]	27.1	23.0	24.0	19.5	21.5	28.4
X31 葉柄幅 [mm]	2.0	2.2	2.0	2.1	2.1	2.2
X32 鋸歯数	16.8	17.0	17.6	20.0	15.6	16.7
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	2.9	3.3	3.5	4.1	2.6	3.2
X34 葉の先端部の角度 [°]	57.4	65.8	65.8	64.8	54.6	61.3
X35 茎と葉柄の角度 [°]	63.6	41.3	53.6	61.2	54.4	57.7
X36 葉色 [L値]	34.2	32.3	33.3	31.1	32.3	33.8
X37 葉色 [a値]	-6.0	-6.3	-6.0	-5.5	-5.4	-6.3
X38 葉色 [b値]	11.3	11.2	11.2	10.1	9.7	11.8
X39 花色 [L値]	47.4	49.9	49.8	46.2	49.1	47.1
X40 花色 [a値]	11.8	11.5	11.1	12.0	11.2	12.2
X41 花色 [b値]	-24.1	-21.5	-20.4	-22.5	-24.0	-23.0
X42 茎径 [mm]	7.5	7.9	8.6	8.1	8.5	7.7
X43 結実時草丈／花房数 (X20／X11)	86.9	55.0	74.3	62.1	65.3	81.5
X44 花穂長／地際から第一花房までの距離 (X17／X16)	0.5	1.0	0.8	0.7	1.1	0.8
X45 花穂長／(花房数-1) {X17／(X11-1)}	35.6	32.0	39.1	31.1	38.8	42.1

Table 3-2.11. 対馬72自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C61	C62	C63	C64	C65	C66
X1 花冠長 [mm]	9.7	9.8	10.0	9.9	9.4	9.6
X2 花冠幅 [mm]	6.8	7.3	7.2	6.8	7.0	6.4
X3 花冠長/花冠幅 (X1/X2)	1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.5
X4 雄ずい長 [mm]	8.3	8.0	7.6	7.7	7.4	7.5
X5 雌ずい長 [mm]	10.9	11.0	11.8	10.9	11.4	10.7
X6 雄ずい長/雌ずい長 (X4/X5)	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7
X7 がく長 [mm]	3.9	4.2	4.2	4.1	3.8	3.9
X8 花柄長 [mm]	9.9	9.2	10.5	10.7	12.7	9.7
X9 花柄幅 [mm]	1.5	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4
X10 小花数	91.9	99.8	86.3	71.1	89.9	64.3
X11 花房数	6.1	4.7	5.1	6.0	6.7	6.6
X12 花房縦径 [mm]	48.4	46.7	46.7	41.6	45.9	40.2
X13 花房横径 [mm]	44.0	42.7	40.8	39.1	37.1	38.7
X14 花房縦径/花房横径 (X12/X13)	1.3	1.4	1.6	1.3	1.3	1.5
X15 花房間長 [mm]	45.3	45.4	47.7	49.9	52.1	48.9
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	295.3	295.4	269.3	270.5	270.1	266.3
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	186.1	152.2	118.5	197.4	191.4	223.4
X18 第一花着花節位	17.4	16.1	16.5	16.6	18.2	17.1
X19 開花時草丈 [mm]	475.2	436.8	411.6	429.8	459.3	403.9
X20 結実時草丈 [mm]	518.3	459.8	448.3	490.4	518.6	489.7
X21 開花時草丈/結実時草丈 (X19/X20)	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8
X22 株幅 [mm]	369.2	309.5	311.6	328.0	335.8	306.7
X23 節間長 [mm]	45.1	46.6	46.6	53.0	47.1	46.8
X24 着花側枝数	6.8	5.7	8.1	7.1	7.0	5.3
X25 到花日数 [日]	180.1	185.5	188.6	186.4	183.2	190.3
X26 開花期間 [日]	54.4	52.7	72.7	73.3	58.9	74.0
X27 葉身長 [mm]	76.7	62.3	79.9	75.7	70.4	64.9
X28 葉身幅 [mm]	34.9	35.0	41.9	40.4	31.8	37.2
X29 葉身長/葉身幅 (X27/X28)	2.2	1.8	2.0	1.9	2.4	1.7
X30 葉柄長 [mm]	21.1	21.5	26.2	26.8	23.2	25.2
X31 葉柄幅 [mm]	2.1	2.2	2.4	2.4	2.2	2.1
X32 鋸歯数	25.4	18.6	22.0	17.0	19.3	18.5
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	3.0	2.8	3.8	2.7	2.9	2.6
X34 葉の先端部の角度 [°]	61.8	65.4	74.0	56.5	53.3	65.3
X35 茎と葉柄の角度 [°]	63.0	47.6	57.3	48.3	50.7	47.8
X36 葉色 [L値]	33.0	32.7	34.3	33.2	32.9	33.9
X37 葉色 [a値]	-5.5	-5.8	-5.8	-6.4	-5.1	-6.1
X38 葉色 [b値]	10.1	10.8	11.2	11.0	10.1	11.5
X39 花色 [L値]	49.4	48.7	52.1	45.8	44.9	49.3
X40 花色 [a値]	12.6	11.6	11.4	11.2	12.4	11.9
X41 花色 [b値]	-23.9	-22.2	-20.5	-22.7	-22.9	-21.7
X42 茎径 [mm]	7.6	6.4	7.7	7.5	6.7	7.4
X43 結実時草丈/花房数 (X20/X11)	78.6	95.8	68.4	82.7	81.1	64.6
X44 花穂長/地際から第一花房までの距離 (X17/X16)	0.8	0.6	0.7	0.9	1.0	0.9
X45 花穂長/(花房数-1) {X17/(X11-1)}	40.9	41.5	34.3	37.6	44.6	40.6

Table 3-2.12. 対馬72自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C67	C68	C69	C70	C71	C72
X1 花冠長 [mm]	9.4	9.1	9.7	10.4	10.3	9.4
X2 花冠幅 [mm]	6.6	6.8	6.3	6.6	7.4	6.5
X3 花冠長/花冠幅 (X1/X2)	1.5	1.4	1.6	1.6	1.4	1.5
X4 雄ずい長 [mm]	7.1	6.8	7.4	7.8	7.9	8.1
X5 雌ずい長 [mm]	10.2	10.6	10.3	11.3	11.6	12.1
X6 雄ずい長/雌ずい長 (X4/X5)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
X7 がく長 [mm]	3.9	3.9	3.8	4.1	4.5	4.1
X8 花柄長 [mm]	11.1	10.3	9.4	10.3	8.1	11.4
X9 花柄幅 [mm]	1.5	1.5	1.2	1.5	1.6	1.5
X10 小花数	90.5	108.8	54.2	55.9	52.6	73.6
X11 花房数	5.6	5.5	6.5	7.2	8.0	5.5
X12 花房縦径 [mm]	44.5	44.7	41.5	41.1	37.7	46.0
X13 花房横径 [mm]	39.1	36.6	34.3	37.4	35.4	40.1
X14 花房縦径/花房横径 (X12/X13)	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	1.3
X15 花房間長 [mm]	43.6	44.0	42.1	54.9	32.9	49.5
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	266.9	194.9	328.5	287.0	203.0	285.5
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	169.6	126.0	153.8	273.5	212.4	132.3
X18 第一花着花節位	17.1	14.9	18.2	17.9	17.5	18.4
X19 開花時草丈 [mm]	420.8	338.5	478.8	478.5	321.4	453.5
X20 結実時草丈 [mm]	453.4	362.5	531.5	560.5	415.4	490.5
X21 開花時草丈/結実時草丈 (X19/X20)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9
X22 株幅 [mm]	322.8	289.4	377.7	332.0	294.0	332.5
X23 節間長 [mm]	41.6	42.7	42.8	47.3	32.7	48.1
X24 着花側枝数	8.8	5.5	10.1	7.7	4.4	8.0
X25 到花日数 [日]	179.6	183.5	184.4	185.3	182.9	184.7
X26 開花期間 [日]	61.9	58.9	69.5	62.9	66.1	58.3
X27 葉身長 [mm]	89.1	77.6	84.4	63.5	77.6	72.5
X28 葉身幅 [mm]	48.5	38.8	36.7	37.4	37.1	38.3
X29 葉身長/葉身幅 (X27/X28)	1.9	2.0	2.3	1.7	2.4	2.0
X30 葉柄長 [mm]	20.4	25.4	24.5	23.6	24.2	18.6
X31 葉柄幅 [mm]	2.4	2.2	2.1	2.1	2.3	2.3
X32 鋸歯数	19.0	18.7	18.6	16.8	20.3	16.5
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	2.8	3.7	3.2	2.8	2.6	4.5
X34 葉の先端部の角度 [°]	63.3	58.0	54.8	65.6	60.0	58.3
X35 茎と葉柄の角度 [°]	61.0	50.7	54.2	43.2	48.5	57.5
X36 葉色 [L値]	32.0	34.8	32.5	31.7	33.6	32.0
X37 葉色 [a値]	-5.6	-6.0	-5.7	-5.4	-6.2	-5.9
X38 葉色 [b値]	10.1	12.0	10.4	9.8	11.1	11.0
X39 花色 [L値]	50.6	48.7	54.9	48.4	46.8	45.3
X40 花色 [a値]	10.5	12.6	9.6	9.9	12.5	13.1
X41 花色 [b値]	-19.7	-22.9	-19.2	-21.3	-24.3	-24.1
X42 茎径 [mm]	8.3	8.3	7.6	8.1	6.6	9.0
X43 結実時草丈/花房数 (X20/X11)	61.2	58.3	65.7	66.0	42.0	68.6
X44 花穂長/地際から第一花房までの距離 (X17/X16)	0.8	1.0	0.7	1.1	1.1	0.8
X45 花穂長/(花房数-1) {X17/(X11-1)}	36.1	29.0	31.4	45.5	31.2	43.0

Table 3-2.13. 対馬72自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	全集団		各集団内における 変動係数の平均
	平均	変動係数	
X1 花冠長 [mm]	9.7	5.9	9.3
X2 花冠幅 [mm]	6.7	6.8	13.0
X3 花冠長／花冠幅 (X1／X2)	1.5	8.1	15.8
X4 雄ずい長 [mm]	7.7	6.2	8.1
X5 雌ずい長 [mm]	10.9	7.0	9.6
X6 雄ずい長／雌ずい長 (X4／X5)	0.7	6.8	10.2
X7 がく長 [mm]	4.0	6.1	10.0
X8 花柄長 [mm]	9.3	16.9	22.4
X9 花柄幅 [mm]	1.5	6.1	9.8
X10 小花数	80.3	21.6	26.2
X11 花房数	6.3	17.1	20.3
X12 花房縦径 [mm]	43.7	6.4	10.0
X13 花房横径 [mm]	39.0	6.0	9.8
X14 花房縦径／花房横径 (X12／X13)	1.3	7.3	7.3
X15 花房間長 [mm]	45.0	16.0	15.5
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	272.6	17.3	18.1
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	172.5	24.5	26.1
X18 第一花着花節位	16.9	9.1	11.9
X19 開花時草丈 [mm]	433.9	13.9	12.0
X20 結実時草丈 [mm]	482.3	12.4	12.0
X21 開花時草丈／結実時草丈 (X19／X20)	0.9	4.9	6.7
X22 株幅 [mm]	319.8	12.4	17.9
X23 節間長 [mm]	43.0	18.0	17.4
X24 着花側枝数	7.3	25.7	43.5
X25 到花日数 [日]	183.1	3.3	4.6
X26 開花期間 [日]	57.6	14.5	30.0
X27 葉身長 [mm]	71.7	9.6	11.4
X28 葉身幅 [mm]	36.5	11.0	9.8
X29 葉身長／葉身幅 (X27／X28)	2.1	12.9	10.2
X30 葉柄長 [mm]	22.4	14.4	16.4
X31 葉柄幅 [mm]	2.2	7.5	9.3
X32 鋸歯数	19.7	11.9	14.2
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	2.9	19.2	21.9
X34 葉の先端部の角度 [°]	63.2	9.0	10.4
X35 茎と葉柄の角度 [°]	56.7	17.7	17.4
X36 葉色 [L値]	32.6	3.5	4.0
X37 葉色 [a値]	-5.9	-6.0	-6.9
X38 葉色 [b値]	10.7	7.9	8.6
X39 花色 [L値]	49.1	8.0	10.1
X40 花色 [a値]	11.5	8.9	17.4
X41 花色 [b値]	-22.1	-8.6	-15.4
X42 茎径 [mm]	8.0	10.7	18.1
X43 結実時草丈／花房数 (X20／X11)	67.2	18.9	19.2
X44 花穂長／地際から第一花房までの距離 (X17／X16)	0.9	29.9	36.7
X45 花穂長／(花房数-1) {X17／(X11-1)}	36.8	16.4	17.4

2.2.2 変数間の相関関係

各 2 変数間の相関行列は Table 3-3 に示した。相関分析の結果，株幅は結実時草丈(0.68) および着花側枝数(0.63)と正の相関を示したことから，個体の縦横は同様に推移し，かつ着花側枝数によって株幅が左右される傾向にあることが示された。また，到花日数は花房数(-0.56)，および花穂長／地際から第一花房までの距離(-0.61)と負の相関を示したことから，花房数が多く花穂長が長い個体は，開花が早い傾向にあることが示された。

各変数と自生地環境との間の相関行列は Table 3-4 に示した。

Table 3-3.1. 対馬72自生集団の生育調査における各2変数間の相関行列

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
X1	1.00														
X2	0.13	1.00													
X3	0.55	-0.67	1.00												
X4	0.45	0.46	-0.05	1.00											
X5	0.49	0.31	0.15	0.51	1.00										
X6	-0.08	0.17	-0.25	0.42	-0.53	1.00									
X7	0.53	0.16	0.21	0.40	0.41	-0.04	1.00								
X8	-0.03	0.25	-0.18	0.22	0.11	0.13	0.08	1.00							
X9	0.20	-0.06	0.18	-0.03	0.04	-0.07	0.23	-0.09	1.00						
X10	-0.30	-0.10	-0.15	-0.13	-0.11	0.03	-0.21	0.14	0.17	1.00					
X11	-0.14	-0.12	0.05	-0.08	-0.13	0.08	-0.04	0.05	-0.05	-0.23	1.00				
X12	0.16	0.19	-0.03	0.41	0.31	0.10	0.11	0.40	0.14	0.49	-0.20	1.00			
X13	0.12	0.23	-0.07	0.47	0.35	0.10	0.14	0.26	0.11	0.43	-0.28	0.80	1.00		
X14	0.06	0.11	-0.05	0.04	-0.04	0.07	0.03	-0.11	0.21	0.08	0.11	-0.04	0.02	1.00	
X15	-0.07	0.05	-0.03	0.01	-0.03	0.03	-0.20	0.19	-0.03	0.14	-0.36	0.15	0.17	0.13	1.00
X16	0.06	-0.05	0.10	0.14	0.01	0.11	-0.17	-0.20	-0.21	0.10	-0.33	0.19	0.22	0.18	0.58
X17	-0.14	-0.03	-0.07	-0.07	-0.21	0.11	-0.03	0.14	0.03	-0.24	0.63	-0.19	-0.23	0.17	0.11
X18	0.17	0.10	-0.01	0.26	0.21	0.05	-0.05	-0.25	-0.14	-0.19	-0.02	0.05	-0.08	0.18	-0.01
X19	-0.12	-0.11	0.05	0.03	-0.11	0.13	-0.26	-0.05	-0.21	0.16	-0.04	0.18	0.18	0.17	0.69
X20	-0.11	-0.10	0.07	0.07	-0.10	0.15	-0.24	-0.01	-0.21	0.00	0.24	0.09	0.06	0.25	0.60
X21	-0.09	-0.03	-0.03	-0.11	-0.09	0.00	-0.13	-0.10	-0.08	0.47	-0.68	0.28	0.33	-0.15	0.41
X22	-0.20	-0.18	0.06	-0.09	-0.25	0.13	-0.41	-0.17	-0.18	0.10	0.10	0.02	-0.04	0.15	0.36
X23	0.00	0.08	-0.03	0.08	0.01	0.07	-0.13	0.16	-0.11	0.12	-0.50	0.15	0.18	0.08	0.93
X24	-0.28	-0.18	-0.02	-0.23	-0.24	0.00	-0.50	-0.25	-0.24	0.04	0.10	-0.03	-0.11	0.10	0.15
X25	0.48	0.03	0.28	0.29	0.26	0.03	0.33	-0.04	0.18	-0.03	-0.56	0.12	0.12	0.14	0.21
X26	0.20	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.20	0.09	0.04	-0.25	0.22	-0.06	-0.21	0.29	-0.12
X27	0.16	-0.16	0.27	-0.02	0.09	-0.11	0.08	0.06	-0.07	0.04	0.00	0.15	0.15	0.02	0.10
X28	0.18	-0.11	0.22	0.02	-0.09	0.11	0.15	0.11	0.35	-0.04	-0.20	0.17	0.17	-0.07	0.21
X29	-0.05	0.03	-0.03	-0.02	0.21	-0.22	-0.07	0.00	-0.34	0.04	0.32	-0.06	-0.08	0.12	-0.19
X30	0.07	0.11	-0.10	0.00	-0.09	0.07	0.08	0.00	-0.22	-0.06	0.05	-0.17	-0.16	0.18	0.10
X31	0.09	0.05	0.06	-0.01	0.02	-0.04	0.14	0.15	0.33	-0.09	-0.05	0.16	0.11	0.04	0.24
X32	-0.03	0.01	0.01	0.01	0.08	-0.02	0.00	0.16	0.01	0.21	0.04	0.33	0.36	0.00	0.04
X33	0.02	-0.07	0.12	-0.07	-0.05	-0.01	-0.07	-0.06	-0.10	-0.04	-0.05	0.04	0.05	0.02	0.13
X34	-0.06	0.21	-0.19	-0.02	-0.07	0.06	-0.03	0.09	0.35	-0.10	0.09	0.08	0.07	-0.02	-0.07
X35	-0.35	-0.18	-0.07	-0.32	-0.29	0.01	-0.33	-0.19	0.00	0.13	0.31	0.12	0.07	-0.05	-0.12
X36	0.16	0.11	-0.01	0.05	-0.03	0.08	0.16	0.01	-0.10	-0.25	-0.23	-0.08	-0.10	0.17	0.10
X37	-0.09	-0.19	0.09	-0.12	-0.03	-0.09	-0.34	0.12	-0.03	0.31	0.23	0.14	0.06	0.00	0.10
X38	0.13	0.18	-0.07	0.10	0.04	0.06	0.27	0.00	-0.02	-0.29	-0.24	-0.06	-0.04	0.09	-0.06
X39	-0.42	0.00	-0.23	-0.25	-0.30	0.10	-0.27	0.03	-0.23	0.07	0.16	-0.02	-0.11	0.12	0.33
X40	0.11	0.13	-0.03	0.17	0.09	0.05	0.13	-0.04	0.21	0.00	0.00	0.02	0.03	-0.04	-0.28
X41	-0.13	-0.29	0.12	-0.27	-0.23	-0.02	-0.16	0.05	-0.29	0.14	0.01	-0.03	-0.10	0.05	0.16
X42	-0.04	-0.09	0.09	0.00	0.06	-0.08	-0.23	0.00	-0.11	-0.01	0.07	0.02	0.10	-0.17	0.04
X43	0.06	0.15	-0.07	0.09	0.01	0.05	0.02	0.04	0.07	0.20	-0.53	0.26	0.35	0.05	0.52
X44	-0.25	-0.02	-0.14	-0.10	-0.11	0.03	-0.01	0.29	0.10	-0.10	0.76	-0.13	-0.22	0.02	-0.20
X45	-0.11	0.11	-0.17	0.10	-0.04	0.09	-0.06	0.35	-0.09	0.00	-0.21	0.08	0.13	0.01	0.64

Table 3-3.2. 対馬72自生集団の生育調査における各2変数間の相関行列

	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28	X29	X30
X1															
X2															
X3															
X4															
X5															
X6															
X7															
X8															
X9															
X10															
X11															
X12															
X13															
X14															
X15															
X16	1.00														
X17	-0.11	1.00													
X18	0.46	-0.08	1.00												
X19	0.88	0.19	0.34	1.00											
X20	0.76	0.42	0.33	0.93	1.00										
X21	0.52	-0.49	0.08	0.44	0.10	1.00									
X22	0.59	0.11	0.29	0.68	0.68	0.18	1.00								
X23	0.68	-0.06	-0.01	0.67	0.54	0.49	0.34	1.00							
X24	0.40	0.08	0.24	0.43	0.43	0.11	0.63	0.10	1.00						
X25	0.35	-0.39	0.19	0.07	-0.06	0.30	-0.19	0.40	-0.37	1.00					
X26	-0.15	0.12	0.09	-0.19	-0.02	-0.43	-0.08	-0.11	0.08	0.11	1.00				
X27	0.16	-0.05	-0.08	0.13	0.14	0.02	0.18	0.11	0.18	-0.04	0.04	1.00			
X28	0.10	-0.03	-0.03	0.06	0.03	0.11	0.12	0.19	-0.12	0.20	0.04	0.52	1.00		
X29	-0.10	0.09	-0.10	-0.06	0.04	-0.25	-0.05	-0.19	0.19	-0.30	-0.02	0.31	-0.59	1.00	
X30	-0.03	0.07	-0.05	0.04	0.03	0.06	0.11	0.13	0.16	-0.10	0.19	-0.03	-0.18	0.09	1.00
X31	-0.03	0.15	-0.09	0.02	0.04	-0.02	0.00	0.21	-0.20	0.13	0.15	0.36	0.62	-0.23	-0.08
X32	0.03	-0.07	-0.12	0.07	0.06	0.03	0.12	-0.01	-0.01	-0.11	-0.17	0.52	0.23	0.25	-0.27
X33	0.10	-0.03	-0.23	0.07	0.08	0.01	0.16	0.17	0.16	-0.01	-0.04	0.31	0.18	0.08	0.01
X34	-0.23	0.10	-0.05	-0.14	-0.12	-0.10	-0.04	-0.14	-0.12	-0.14	0.02	-0.36	0.22	-0.45	-0.01
X35	0.14	0.17	0.13	0.26	0.23	0.12	0.23	-0.20	0.45	-0.37	-0.15	0.02	-0.11	0.11	-0.12
X36	0.02	-0.07	0.08	-0.06	-0.08	0.05	0.11	0.15	-0.08	0.16	0.21	0.11	0.19	-0.12	0.23
X37	0.11	0.16	-0.01	0.23	0.25	0.00	0.12	0.02	0.24	-0.14	-0.17	0.14	-0.10	0.22	-0.04
X38	-0.08	-0.13	-0.01	-0.20	-0.22	-0.01	-0.06	0.02	-0.25	0.15	0.16	-0.06	0.13	-0.18	0.05
X39	0.22	0.37	-0.08	0.37	0.42	0.00	0.34	0.31	0.33	-0.25	0.04	0.16	-0.02	0.14	0.10
X40	-0.27	-0.12	0.02	-0.35	-0.35	-0.11	-0.14	-0.29	-0.18	0.07	0.00	-0.24	-0.03	-0.15	-0.09
X41	0.25	0.03	0.05	0.33	0.31	0.15	0.22	0.17	0.14	-0.05	0.03	0.13	0.05	0.05	0.09
X42	0.13	0.01	0.22	0.17	0.20	-0.01	0.29	-0.05	0.43	-0.23	-0.02	0.19	0.12	0.02	-0.16
X43	0.47	-0.11	0.05	0.44	0.26	0.59	0.12	0.55	-0.07	0.35	-0.22	-0.05	0.15	-0.28	-0.02
X44	-0.66	0.64	-0.38	-0.30	-0.04	-0.69	-0.16	-0.41	-0.14	-0.61	0.17	-0.09	-0.14	0.23	0.07
X45	0.27	0.28	-0.09	0.44	0.43	0.13	0.26	0.55	0.05	-0.01	-0.14	-0.11	0.03	-0.18	0.12

Table 3-3.3. 対馬72自生集団の生育調査における各2変数間の相関行列

	X31	X32	X33	X34	X35	X36	X37	X38	X39	X40	X41	X42	X43	X44	X45
X1															
X2															
X3															
X4															
X5															
X6															
X7															
X8															
X9															
X10															
X11															
X12															
X13															
X14															
X15															
X16															
X17															
X18															
X19															
X20															
X21															
X22															
X23															
X24															
X25															
X26															
X27															
X28															
X29															
X30															
X31	1.00														
X32	0.19	1.00													
X33	0.08	0.03	1.00												
X34	0.24	0.07	-0.19	1.00											
X35	-0.09	0.20	0.04	0.06	1.00										
X36	0.15	0.07	0.06	-0.07	-0.27	1.00									
X37	-0.07	0.10	0.10	-0.12	0.31	-0.63	1.00								
X38	0.07	-0.02	0.09	0.09	-0.35	0.80	-0.87	1.00							
X39	0.24	0.11	0.21	0.01	0.23	-0.04	0.05	-0.07	1.00						
X40	-0.22	-0.19	-0.01	0.01	0.01	0.13	-0.13	0.15	-0.53	1.00					
X41	0.07	0.12	0.02	0.07	-0.01	-0.13	0.10	-0.08	0.37	-0.70	1.00				
X42	0.00	0.10	0.09	0.04	0.07	-0.01	0.05	-0.05	0.05	-0.12	0.17	1.00			
X43	0.13	-0.07	-0.09	-0.18	-0.10	0.19	-0.04	0.07	-0.06	-0.06	-0.11	-0.07	1.00		
X44	0.07	0.03	-0.06	0.21	0.01	-0.15	0.09	-0.10	0.16	0.00	-0.02	0.01	-0.42	1.00	
X45	-0.09	-0.01	0.03	0.00	-0.21	0.15	-0.10	0.19	0.19	-0.11	0.11	-0.01	0.39	0.07	1.00

Table 3-4. 対馬72自生集団の生育調査における各変数と自生地表現型および自生地環境間の相関行列

	Y1	Y2	Y3	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
X1	0.01	0.06	0.01	-0.04	-0.24	-0.25	-0.10	0.04
X2	-0.01	0.05	-0.07	-0.02	0.09	0.04	0.17	0.00
X3	0.04	-0.03	0.10	-0.07	-0.19	-0.16	-0.26	-0.01
X4	0.31	0.09	0.19	-0.04	-0.14	-0.04	-0.24	-0.14
X5	0.33	0.19	0.19	-0.15	-0.37	-0.26	-0.11	-0.07
X6	0.01	-0.08	0.00	0.18	0.25	0.22	-0.13	-0.10
X7	0.10	0.04	-0.01	-0.04	-0.21	-0.10	-0.08	0.01
X8	0.14	0.07	-0.04	-0.09	0.09	0.18	-0.23	-0.21
X9	-0.11	-0.10	0.03	-0.02	0.00	-0.01	-0.09	-0.01
X10	0.07	-0.34	0.32	0.07	0.15	0.04	-0.14	-0.17
X11	0.25	0.46	-0.22	0.09	0.09	0.04	-0.11	-0.08
X12	0.09	-0.33	0.35	0.11	-0.06	-0.04	-0.44	-0.43
X13	0.15	-0.37	0.41	-0.02	-0.07	-0.06	-0.38	-0.38
X14	0.03	0.01	-0.01	-0.16	0.00	-0.08	0.15	0.19
X15	0.05	-0.24	0.16	-0.20	0.01	-0.01	0.06	0.03
X16	0.09	-0.31	0.33	-0.15	-0.11	-0.13	0.00	0.04
X17	0.08	0.29	-0.11	0.07	0.22	0.16	-0.08	-0.15
X18	0.18	0.11	0.15	-0.03	-0.15	-0.07	0.16	0.23
X19	0.15	-0.21	0.24	-0.12	0.05	0.00	-0.02	0.02
X20	0.23	-0.01	0.15	-0.09	0.02	-0.01	-0.05	-0.02
X21	-0.12	-0.55	0.28	-0.11	0.12	0.05	0.10	0.10
X22	0.00	-0.15	0.12	-0.11	-0.03	-0.03	0.05	0.08
X23	0.02	-0.29	0.21	-0.19	-0.01	-0.02	0.06	0.04
X24	-0.12	-0.13	0.07	0.02	0.05	0.02	0.00	-0.01
X25	0.01	-0.14	0.17	-0.11	-0.17	-0.14	-0.07	0.07
X26	0.02	0.37	-0.33	0.00	0.01	-0.02	-0.03	-0.07
X27	-0.03	-0.01	-0.08	-0.07	-0.10	-0.13	-0.20	-0.21
X28	-0.13	-0.13	-0.08	-0.09	-0.06	-0.03	-0.15	-0.13
X29	0.17	0.21	-0.02	0.04	0.03	-0.05	-0.06	-0.08
X30	-0.01	0.00	-0.04	-0.06	0.11	0.09	0.32	0.28
X31	-0.05	0.05	-0.14	0.11	0.04	0.00	-0.16	-0.23
X32	-0.05	-0.24	0.05	0.03	-0.02	-0.07	-0.37	-0.37
X33	-0.18	-0.11	-0.11	0.01	0.04	0.15	-0.22	-0.19
X34	-0.08	-0.10	-0.04	0.07	0.04	0.07	-0.02	-0.05
X35	-0.10	-0.17	0.05	0.07	0.10	0.04	-0.16	-0.14
X36	-0.11	-0.02	-0.02	-0.11	-0.17	-0.03	0.09	0.00
X37	0.16	-0.05	0.17	0.19	0.21	-0.01	-0.27	-0.19
X38	-0.11	-0.03	-0.04	-0.14	-0.24	0.00	0.13	0.06
X39	-0.12	-0.07	-0.07	0.01	0.18	0.06	0.07	-0.06
X40	0.02	0.02	0.03	0.01	-0.13	0.02	-0.05	0.07
X41	0.03	-0.07	-0.04	-0.20	0.19	0.09	0.08	0.10
X42	-0.05	-0.03	0.01	-0.12	-0.05	0.01	-0.17	-0.16
X43	-0.05	-0.33	0.29	0.03	0.10	0.02	0.05	0.01
X44	0.15	0.45	-0.28	0.12	0.16	0.15	-0.06	-0.12
X45	0.01	-0.11	0.10	-0.14	0.05	0.23	0.10	0.11

2.2.3 主成分分析

対馬 72 自生集団における主成分分析の結果は、以下に示した。

- 1) 各主成分の固有値，寄与率，主成分負荷量..... Table 3-5
- 2) 各自生集団の主成分得点 Table 3-6

分析の結果，固有値 1.0 以上を示す主成分は 13 成分得られた。各主成分において主成分負荷量が絶対値 0.6 以上の変数を以下に示した。

- PC1：花房間長，節間長，花穂長／(花房数－1)，開花時草丈
結実時草丈，結実時草丈／花房数
- PC2：花穂長／地際から第一花房までの距離，花房数，花穂長
開花時草丈／結実時草丈
- PC3：花冠長，雄ずい長，雌ずい長，がく長
- PC4：着花側枝数，第一花着花節位，株幅
- PC5：葉色(b 値)，葉色(a 値)，葉色(L 値)
- PC6：花房縦径，花房横径，小花数
- PC7：葉身幅，葉身長／葉身幅，葉柄幅，葉の先端部の角度，花柄幅
- PC8：花色(a 値)，花色(b 値)
- PC9：葉身長，鋸歯の切れ込みの深さ
- PC10：花冠幅，花冠長／花冠幅
- PC11：雄ずい長／雌ずい長
- PC12：花房縦径／花房横径
- PC13：葉柄長

これら 13 主成分における対馬 72 自生集団の主成分得点と，自生地環境との相関行列は Table 3-7 に示した。

Table 3-5.1. 対馬72自生集団の生育調査における各主成分の固有値, 寄与率, および主成分負荷量

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7
	4.71	4.20	3.74	3.42	2.93	2.83	2.66
項目	10.47	9.33	8.31	7.61	6.52	6.29	5.90
X1 花冠長 [mm]	-0.06	-0.11	<u>0.81</u>	0.01	0.05	0.02	0.09
X2 花冠幅 [mm]	0.05	-0.01	0.21	-0.05	0.12	0.14	0.01
X3 花冠長/花冠幅 (X1/X2)	-0.03	-0.03	0.40	0.08	-0.08	-0.09	0.07
X4 雄ずい長 [mm]	0.07	0.03	<u>0.71</u>	0.10	0.03	0.32	-0.09
X5 雌ずい長 [mm]	-0.02	-0.04	<u>0.65</u>	0.02	-0.03	0.22	-0.13
X6 雄ずい長/雌ずい長 (X4/X5)	0.05	0.06	0.00	0.05	0.06	0.11	0.04
X7 がく長 [mm]	-0.11	0.04	<u>0.64</u>	-0.32	0.24	0.08	0.06
X8 花柄長 [mm]	0.22	0.28	0.12	-0.34	-0.03	0.46	0.06
X9 花柄幅 [mm]	-0.06	0.04	0.05	-0.19	-0.07	0.15	<u>0.62</u>
X10 小花数	0.06	-0.29	-0.39	-0.13	-0.26	<u>0.66</u>	-0.07
X11 花房数	-0.25	<u>0.85</u>	-0.04	0.16	-0.19	-0.10	-0.11
X12 花房縦径 [mm]	0.09	-0.13	0.18	0.07	-0.11	<u>0.84</u>	0.11
X13 花房横径 [mm]	0.15	-0.19	0.18	0.02	-0.06	<u>0.81</u>	0.07
X14 花房縦径/花房横径 (X12/X13)	0.09	0.12	0.05	0.15	0.10	0.07	0.00
X15 花房間長 [mm]	<u>0.89</u>	-0.14	-0.05	0.06	-0.04	0.06	0.14
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	0.57	-0.41	0.12	0.57	-0.08	0.02	-0.09
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	0.29	<u>0.80</u>	-0.07	0.03	-0.09	-0.18	0.08
X18 第一花着花節位	-0.04	-0.18	0.32	<u>0.70</u>	0.00	-0.14	-0.03
X19 開花時草丈 [mm]	<u>0.72</u>	-0.07	-0.06	0.54	-0.15	0.09	-0.07
X20 結実時草丈 [mm]	<u>0.67</u>	0.24	0.02	0.56	-0.16	0.01	-0.07
X21 開花時草丈/結実時草丈 (X19/X20)	0.34	<u>-0.78</u>	-0.23	0.06	-0.01	0.22	-0.01
X22 株幅 [mm]	0.37	0.05	-0.27	<u>0.69</u>	0.06	0.04	0.00
X23 節間長 [mm]	<u>0.84</u>	-0.33	0.04	<u>0.03</u>	-0.01	0.01	0.08
X24 着花側枝数	0.06	0.01	-0.40	<u>0.73</u>	-0.14	-0.03	-0.15
X25 到花日数 [日]	0.19	-0.58	0.55	-0.15	0.03	-0.09	0.15
X26 開花期間 [日]	-0.21	0.23	0.26	0.10	0.14	-0.12	0.18
X27 葉身長 [mm]	-0.04	0.02	0.12	0.11	0.03	0.21	0.05
X28 葉身幅 [mm]	0.09	-0.09	0.12	0.02	0.13	0.10	<u>0.77</u>
X29 葉身長/葉身幅 (X27/X28)	-0.19	0.26	-0.01	-0.01	-0.12	0.08	<u>-0.72</u>
X30 葉柄長 [mm]	0.09	0.02	-0.05	-0.01	0.08	-0.08	-0.18
X31 葉柄幅 [mm]	0.09	0.07	0.10	-0.13	0.05	0.03	<u>0.70</u>
X32 鋸歯数	-0.10	0.11	-0.06	0.04	0.13	0.53	0.03
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	0.09	-0.04	-0.09	0.03	-0.02	-0.05	0.00
X34 葉の先端部の角度 [°]	-0.14	0.17	-0.13	0.04	0.06	0.10	<u>0.63</u>
X35 茎と葉柄の角度 [°]	-0.15	0.10	-0.46	0.40	-0.29	0.09	-0.02
X36 葉色 [L値]	0.10	-0.08	0.06	0.04	<u>0.86</u>	-0.05	0.03
X37 葉色 [a値]	0.07	0.09	-0.10	0.08	<u>-0.87</u>	0.12	-0.09
X38 葉色 [b値]	0.00	-0.07	0.09	-0.08	<u>0.94</u>	-0.05	0.05
X39 花色 [L値]	0.27	0.21	-0.38	0.12	-0.03	-0.09	0.03
X40 花色 [a値]	-0.19	-0.01	0.05	-0.04	0.11	0.03	0.00
X41 花色 [b値]	0.07	-0.04	-0.11	0.11	-0.04	0.04	-0.01
X42 茎径 [mm]	-0.06	0.09	-0.06	0.57	0.04	0.14	0.10
X43 結実時草丈/花房数 (X20/X11)	<u>0.63</u>	-0.42	0.03	-0.06	0.07	0.14	0.07
X44 花穂長/地際から第一花房までの距離 (X17/X16)	-0.12	<u>0.89</u>	-0.17	-0.27	-0.04	0.04	0.02
X45 花穂長/(花房数-1) {X17/(X11-1)}	<u>0.80</u>	0.17	-0.06	-0.06	0.22	0.12	-0.05

因子抽出法: 主成分分析, 回転法: Kaiser の正規化を伴うパリマックス法, 30 回の反復で回転が収束

Table 3-5.2. 対馬72自生集団の生育調査における各主成分の固有値, 寄与率, および主成分負荷量

	PC 8	PC 9	PC 10	PC 11	PC 12	PC 13
	2.46	2.22	2.13	1.68	1.61	1.56
項目	5.48	4.93	4.72	3.74	3.59	3.47
X1 花冠長 [mm]	-0.11	0.09	-0.19	-0.10	0.05	0.12
X2 花冠幅 [mm]	-0.13	-0.07	<u>0.87</u>	0.00	0.02	0.09
X3 花冠長/花冠幅 (X1/X2)	0.02	0.17	<u>-0.81</u>	-0.14	-0.02	-0.04
X4 雄ずい長 [mm]	-0.17	-0.05	0.33	0.31	-0.10	0.00
X5 雌ずい長 [mm]	-0.11	-0.02	0.21	-0.59	-0.08	-0.07
X6 雄ずい長/雌ずい長 (X4/X5)	-0.03	-0.02	0.15	<u>0.94</u>	0.01	0.05
X7 がく長 [mm]	-0.04	-0.02	-0.06	0.00	0.16	-0.04
X8 花柄長 [mm]	0.12	0.03	0.19	0.09	-0.32	0.19
X9 花柄幅 [mm]	-0.34	-0.15	-0.21	-0.17	0.35	-0.07
X10 小花数	0.02	-0.07	-0.14	0.02	0.16	0.06
X11 花房数	0.04	-0.02	-0.08	0.10	0.11	-0.03
X12 花房縦径 [mm]	-0.03	0.04	0.11	0.04	0.00	-0.06
X13 花房横径 [mm]	-0.10	0.04	0.14	0.01	-0.03	-0.16
X14 花房縦径/花房横径 (X12/X13)	0.02	-0.03	0.03	-0.01	<u>0.77</u>	0.29
X15 花房間長 [mm]	0.13	0.13	0.05	-0.07	0.02	0.09
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	0.18	0.07	-0.04	0.13	0.17	-0.13
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	0.04	-0.03	0.02	0.09	0.14	-0.05
X18 第一花着花節位	0.04	-0.26	0.15	0.04	0.12	-0.09
X19 開花時草丈 [mm]	0.23	0.01	-0.09	0.12	0.14	-0.12
X20 結実時草丈 [mm]	0.24	0.04	-0.07	0.13	0.16	-0.08
X21 開花時草丈/結実時草丈 (X19/X20)	0.06	-0.04	-0.06	0.03	-0.03	-0.10
X22 株幅 [mm]	0.06	0.15	-0.16	0.12	0.04	0.05
X23 節間長 [mm]	0.18	0.17	0.09	0.01	0.03	0.10
X24 着花側枝数	0.03	0.20	-0.04	-0.06	-0.01	0.22
X25 到花日数 [日]	-0.01	-0.03	-0.09	0.08	0.21	0.01
X26 開花期間 [日]	0.10	0.07	0.05	-0.01	0.25	0.55
X27 葉身長 [mm]	0.24	<u>0.81</u>	-0.15	-0.09	0.04	-0.13
X28 葉身幅 [mm]	0.04	0.39	-0.17	0.14	-0.11	-0.11
X29 葉身長/葉身幅 (X27/X28)	0.17	0.30	0.10	-0.27	0.17	-0.04
X30 葉柄長 [mm]	0.07	0.03	0.07	0.06	0.12	<u>0.69</u>
X31 葉柄幅 [mm]	0.25	0.35	0.14	-0.09	0.15	-0.11
X32 鋸歯数	0.27	0.33	0.00	-0.08	0.07	-0.44
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	-0.11	<u>0.68</u>	-0.04	0.04	-0.10	0.13
X34 葉の先端部の角度 [°]	0.07	-0.44	0.20	-0.03	-0.11	0.04
X35 茎と葉柄の角度 [°]	-0.07	0.03	-0.01	0.07	0.19	-0.35
X36 葉色 [L値]	-0.08	0.18	0.01	0.03	0.10	0.14
X37 葉色 [a値]	0.02	0.14	-0.09	-0.04	0.00	0.02
X38 葉色 [b値]	-0.06	-0.02	0.06	0.02	-0.01	0.04
X39 花色 [L値]	0.52	0.24	0.24	0.07	0.16	0.01
X40 花色 [a値]	<u>-0.86</u>	-0.07	0.00	0.08	-0.02	0.01
X41 花色 [b値]	<u>0.86</u>	-0.10	-0.25	0.05	-0.09	0.13
X42 茎径 [mm]	0.08	0.10	-0.08	-0.20	-0.49	0.03
X43 結実時草丈/花房数 (X20/X11)	-0.14	-0.07	0.05	0.01	0.12	-0.14
X44 花穂長/地際から第一花房までの距離 (X17/X16)	0.01	-0.06	0.01	-0.03	-0.06	0.10
X45 花穂長/(花房数-1) {X17/(X11-1)}	-0.01	-0.14	0.02	0.02	-0.21	0.10

Table 3-6.1. 対馬72自生集団の生育調査における主成分得点および表現型グループ

集団番号	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	PC13	グループ
C1	0.71	0.50	0.44	2.33	-0.16	-0.35	1.86	-0.85	2.02	2.88	1.30	-0.53	-0.29	C
C2	-0.05	1.32	-2.05	0.34	0.56	-0.22	1.21	1.36	0.45	0.37	0.05	-0.64	0.21	C
C3	0.97	0.47	-1.02	1.28	0.64	0.03	0.26	1.93	0.80	0.30	-0.79	1.10	-0.42	C
C4	0.52	0.09	-0.51	0.47	-0.63	-0.45	1.81	1.58	0.71	1.40	-0.34	0.39	-0.75	C
C5	1.88	-0.03	0.02	0.06	0.08	0.31	-1.03	-1.41	2.16	-2.24	-0.61	-1.12	0.68	E
C6	0.75	2.34	-0.92	-1.24	1.37	1.71	0.99	0.12	0.98	-0.20	-0.20	-1.00	-0.45	B
C7	-2.24	0.34	2.00	1.24	1.32	0.23	-0.20	2.24	0.00	-1.47	-0.64	-2.28	-0.35	A
C8	-1.18	-0.19	2.39	-0.09	-0.41	0.71	-0.55	0.65	-0.08	1.61	1.01	0.19	-1.81	A
C9	-1.62	1.34	-0.52	-2.62	-0.80	0.11	0.01	-1.15	1.40	1.97	1.68	-0.56	-1.32	B
C10	-0.48	-0.36	0.69	-2.06	-2.06	-0.56	1.61	1.19	1.08	-1.03	0.65	0.71	-0.70	E
C11	-1.66	-0.80	-0.12	0.09	0.83	1.20	1.22	-2.14	0.26	-1.72	0.10	0.24	0.09	A
C12	-1.09	0.47	0.72	0.55	-0.66	-0.16	-0.01	-1.10	-1.19	-0.44	1.35	1.00	0.39	A
C13	0.24	0.06	0.88	0.41	-0.17	-0.03	-0.50	-1.30	1.15	-0.80	-1.18	0.55	-0.83	E
C14	-2.08	0.47	1.77	1.09	-0.61	0.83	1.37	-0.69	-0.39	-0.38	-0.04	-0.57	-1.49	A
C15	-0.49	-0.49	-1.25	3.00	-0.01	-0.55	-0.36	-0.12	0.35	-0.17	-0.66	0.48	-0.60	C
C16	0.19	0.69	-0.74	0.46	-0.60	1.14	1.38	0.47	-1.26	-0.54	0.68	-0.95	0.45	C
C17	0.12	0.21	1.05	-0.78	-0.62	-0.54	-1.49	-1.13	0.45	-1.19	-0.24	-0.78	0.45	A
C18	-1.00	0.73	0.76	-0.42	-1.20	0.52	0.51	-0.06	1.31	-1.05	1.23	-0.23	0.59	E
C19	0.35	0.59	0.28	0.17	-0.77	0.47	0.90	-0.85	-0.34	-3.55	-0.65	0.42	-0.44	E
C20	0.78	-0.12	-0.09	1.75	0.29	-0.87	-0.44	0.97	-0.83	-0.57	0.61	-1.16	0.32	C
C21	0.23	-0.79	1.88	-0.27	0.12	1.35	-0.50	1.76	0.27	0.15	1.19	0.05	0.59	E
C22	1.11	-0.26	0.75	-0.69	2.53	-0.48	-1.54	-0.66	-0.92	-0.12	2.03	-1.32	0.17	D
C23	0.43	-1.84	-0.10	-0.46	-2.49	-0.77	0.56	0.31	-0.97	-0.81	-0.11	1.20	-0.75	E
C24	-0.51	2.26	-0.21	-0.07	-1.01	0.55	-2.38	1.78	0.19	0.40	-1.61	1.74	1.97	B
C25	-0.21	-0.71	-0.87	-0.63	0.58	1.65	-0.07	0.60	-0.07	-0.52	0.97	0.66	0.96	E
C26	1.68	-1.38	1.77	0.19	-0.79	2.79	-0.54	-0.11	-2.14	1.24	-0.12	0.72	-0.35	E
C27	0.99	-0.29	0.02	1.33	-1.59	0.22	-0.73	0.20	0.10	0.23	0.48	-1.31	0.61	C
C28	0.14	-0.39	-0.71	0.84	1.30	-0.24	-0.47	1.44	-0.11	-1.31	0.73	1.54	-2.52	C
C29	1.37	-0.76	0.04	-1.38	1.07	0.41	1.04	-0.24	-0.24	-0.23	-0.48	-0.12	-0.14	D
C30	0.18	-0.22	0.08	-0.23	-1.06	1.77	-1.61	1.07	0.28	0.09	-1.49	1.00	-0.25	E
C31	1.91	0.62	0.96	-1.69	1.46	0.56	0.77	0.51	-1.67	0.14	-0.11	-0.89	-1.03	D
C32	0.76	0.56	-1.35	0.01	-0.21	-1.20	-0.98	0.50	0.23	0.25	-0.07	0.51	-1.02	C
C33	0.36	-0.49	0.10	0.22	-0.86	-0.36	-1.38	0.36	1.25	0.35	-0.30	1.00	-1.13	E
C34	-2.35	-0.69	-0.68	-0.47	0.64	1.96	-1.20	0.76	-0.09	0.66	1.35	-0.99	0.73	A
C35	-1.00	0.68	-0.48	0.67	0.85	0.43	-0.24	-0.30	-0.73	0.44	0.16	0.95	1.04	A
C36	0.17	4.47	0.00	-0.28	-0.25	0.11	-0.70	-0.71	-0.56	0.64	0.97	0.28	-0.26	B

Table 3-6.2. 対馬72自生集団の生育調査における主成分得点および表現型グループ

集団番号	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	PC13	グループ
C37	-0.35	0.16	-1.16	-0.62	1.52	1.49	-0.15	-0.61	-0.89	0.22	-2.79	0.15	-1.29	A
C38	-0.11	0.08	0.48	0.06	-0.98	-0.73	0.06	0.17	-0.53	-0.95	0.81	0.99	-0.42	A
C39	0.22	0.63	-1.04	1.37	0.74	0.75	-0.46	-0.36	-0.52	0.43	0.30	-0.35	0.25	C
C40	-0.06	-1.64	-1.09	-0.40	0.48	-0.81	-0.77	0.81	0.15	0.60	0.08	-0.39	-0.18	C
C41	0.84	-0.46	-0.85	0.08	-0.45	-0.03	0.88	-0.92	0.14	0.98	0.40	-0.51	0.13	C
C42	-1.68	-0.62	-3.22	-0.85	-1.86	-0.61	-1.39	-0.46	-1.96	-0.71	1.64	-0.21	0.72	B
C43	0.23	0.93	-1.36	-0.06	-0.58	1.03	0.88	1.72	-1.98	-1.05	-0.27	-1.06	0.65	C
C44	0.43	0.26	-1.54	0.69	-0.30	-0.62	0.81	-0.93	-0.07	-0.77	0.86	-0.41	-3.14	C
C45	0.76	-0.21	-0.22	-0.87	-0.64	-1.40	-0.17	0.13	-0.96	1.13	-0.61	-0.14	-1.34	C
C46	-1.14	0.25	0.73	-0.14	2.09	-1.57	0.50	-0.18	-0.70	-1.04	0.09	1.22	0.23	A
C47	-1.08	0.49	0.72	1.66	0.71	-1.04	0.55	-0.78	-1.86	1.36	-2.95	-0.92	-0.09	A
C48	-0.98	-1.17	1.54	0.65	0.52	-0.34	0.55	-0.40	-1.01	0.33	1.04	0.16	1.68	D
C49	-1.73	-0.82	-1.20	0.26	-0.38	-1.01	0.27	-1.67	-1.76	1.60	-1.03	0.50	0.41	A
C50	-0.33	-1.09	0.33	-1.05	2.15	-0.72	-1.44	0.46	0.95	-0.53	-0.66	1.37	-1.78	A
C51	1.05	-0.66	-0.56	0.81	0.80	-0.27	0.39	-0.89	1.44	-0.37	0.94	0.60	1.07	C
C52	0.65	-0.93	0.58	-0.74	-0.57	-0.77	-0.12	0.05	-0.17	1.65	-0.35	-1.40	1.07	D
C53	1.14	-0.74	0.16	-0.80	0.36	-1.18	2.36	0.50	-0.95	0.07	0.32	1.65	0.60	D
C54	-0.26	-1.70	0.09	-1.03	-0.51	0.36	-0.13	0.63	0.51	0.90	-1.43	-2.57	-0.92	A
C55	0.40	-1.29	-0.31	1.07	0.71	-0.23	-0.99	-1.21	-0.02	-0.02	0.55	1.13	0.08	C
C56	-0.98	-0.26	0.28	-2.06	0.37	-2.34	0.54	0.49	0.16	-0.47	-1.09	-1.97	0.16	A
C57	0.53	-0.25	-0.35	0.77	0.69	-0.60	-1.22	0.41	-0.60	0.08	0.79	-1.54	-0.54	C
C58	-0.65	-0.64	0.23	1.02	-1.33	0.97	0.06	-1.23	0.57	-0.61	-0.95	-0.20	0.02	E
C59	-0.20	0.71	0.24	-0.46	-1.34	-1.31	-1.28	-0.80	-0.07	-0.06	-1.59	-1.01	0.44	A
C60	0.77	0.00	-0.01	0.00	0.99	-0.95	-0.43	-0.81	0.24	0.67	1.37	-0.08	1.23	D
C61	0.47	0.34	0.01	0.41	-0.09	1.98	-0.75	-0.97	0.65	0.29	1.07	0.44	-1.14	E
C62	0.85	-1.08	0.00	-1.13	-0.08	0.92	0.17	-0.46	-1.13	0.77	0.28	1.07	-0.05	D
C63	-0.55	-0.79	0.05	0.19	0.58	1.29	1.46	0.71	1.26	0.95	-1.43	1.49	2.16	E
C64	0.84	0.03	0.58	-0.50	0.40	-0.62	0.66	-0.15	0.69	0.06	0.03	0.37	1.43	D
C65	1.43	0.51	0.05	-0.70	-0.91	0.21	-1.47	-0.78	0.25	0.43	-1.05	0.28	0.60	E
C66	0.53	0.69	0.45	-0.39	0.95	-0.84	0.21	0.12	-0.87	-0.54	0.33	0.76	1.31	D
C67	-0.63	-0.46	-0.76	0.07	-0.69	0.31	1.96	1.09	1.31	-0.13	-0.02	-0.29	0.43	C
C68	-0.86	-0.90	-1.69	-1.45	1.07	0.41	0.21	-0.79	1.52	-0.11	-0.95	0.00	1.63	A
C69	-0.42	-0.53	0.43	0.97	-0.36	-1.68	-1.26	2.12	1.63	-0.35	0.96	-0.48	0.77	C
C70	1.62	1.46	1.41	0.23	-1.22	-1.11	0.76	0.35	-1.16	-0.70	-0.44	0.10	1.29	D
C71	-1.43	1.56	1.39	-0.78	0.75	-1.46	-0.12	-0.51	0.75	1.07	-0.37	2.31	-0.18	A
C72	0.79	-0.24	0.59	0.62	-0.28	0.24	0.26	-1.89	1.15	0.00	-0.77	-1.33	0.36	E

Table 3-7. 対馬72自生集団の生育調査における各主成分と自生地環境間の相関行列

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
PC1	-0.15	0.04	0.07	0.07	0.06
PC2	0.06	0.07	0.10	-0.15	-0.16
PC3	-0.08	-0.27	-0.20	-0.16	-0.01
PC4	-0.08	-0.14	-0.10	-0.03	0.03
PC5	-0.17	-0.21	0.01	0.17	0.08
PC6	-0.01	0.00	0.01	-0.40	-0.38
PC7	0.02	0.03	0.02	-0.10	-0.11
PC8	-0.08	0.12	-0.02	0.07	-0.01
PC9	0.03	-0.02	-0.04	-0.24	-0.28
PC10	0.07	0.09	0.05	0.17	-0.06
PC11	0.16	0.23	0.21	-0.11	-0.05
PC12	0.02	0.03	-0.14	0.11	0.10
PC13	-0.09	0.10	0.10	0.18	0.18

2.2.4 クラスタ分析

対馬 72 自生集団の 45 変数の集団平均におけるクラスタ分析結果は、Fig. 3-5 に示した。デンドログラムから 72 集団を A から F グループの 5 グループに分類した。各集団のグループは Table 3-6 に示した。分類されたグループにより識別した対馬における自生集団の地理的分布は、Fig. 3-6 に示した。分類された 5 グループは対馬島内において混在して分布しており、地域性はみられなかった。

2.2.5 有意差検定

対馬島内の海岸地と内陸地に分布する集団間の有意差検定の結果は、Table 3-8 に示した。これらの集団間で 5 %水準の有意差が生じた変数は、雌ずい長、雄ずい長／雌ずい長花柄幅、小花数、花房縦径、花房間長、地際から第一段までの距離、第一花着花節位、開花時草丈、結実時草丈、節間長、結実時草丈／花房数、自生地・花房数、および自生地・結実時草丈／花房数だった。

クラスタ分析により分類された 5 グループ間における、13 主成分および自生地環境の有意差検定の結果は Table 3-9 に示した。これらのグループ間で 5 %水準の有意差が生じた主成分は、PC 1～PC 6、および PC 9 だった。また、5 グループ間における 45 変数および自生個体の表現型の有意差検定の結果は Table 3-10 に示した。計測項目のうち、花房縦径／花房横径、葉身長／葉身幅、葉柄幅を除く 42 変数において、各グループ間で有意差が示された。

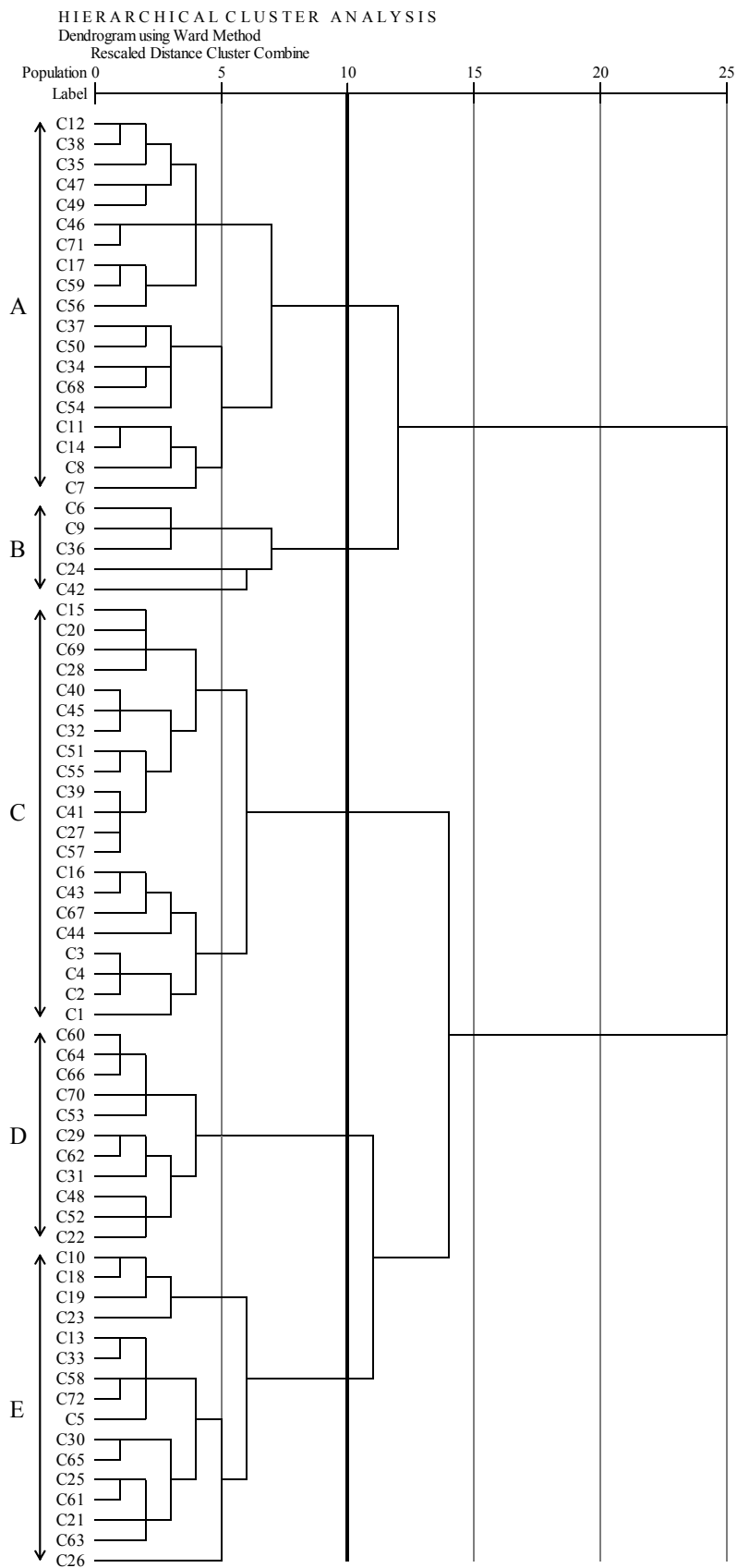


Fig. 3-5. 対馬 72 自生集団の 45 変数の集団平均におけるクラスター分析のデンドログラム



Fig. 3-6. 各グループにより識別した対馬自生集団の地理的分布
 (● : A ■ : B ▲ : C ▼ : D ◆ : E)

Table 3-8. 対馬72自生集団の生育調査における海岸地および内陸地の集団間の分散分析の結果

各分類群の各項目の平均値								
分類	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
海岸	9.7	6.8	1.5	7.6	11.0 *	0.7 *	4.0	9.4
内陸	9.6	6.7	1.5	7.7	10.8 *	0.7 *	4.0	9.3

各分類群の各項目の平均値								
分類	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16
海岸	1.5 *	78.8 *	6.2	43.4 *	38.8	1.1	46.6 *	279.1 *
内陸	1.5 *	83.6 *	6.4	44.2 *	39.3	1.1	43.3 *	265.5 *

各分類群の各項目の平均値								
分類	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24
海岸	213.4	17.2 *	443.2 *	492.4 *	0.9	324.4	44.1 *	7.6
内陸	210.8	16.6 *	428.5 *	476.6 *	0.9	318.0	41.5 *	7.3

各分類群の各項目の平均値								
分類	X25	X26	X27	X28	X29	X30	X31	X32
海岸	183.2	58.1	71.8	36.8	2.0	21.9	2.2	19.5
内陸	182.4	56.4	71.2	36.0	2.0	22.8	2.2	19.9

各分類群の各項目の平均値								
分類	X32	X33	X34	X35	X36	X37	X38	X39
海岸	2.8	63.5	56.4	32.6	-5.9	10.7	49.0	11.6
内陸	2.9	63.0	58.0	32.4	-5.9	10.6	49.6	11.5

各分類群の各項目の平均値								
分類	X40	X41	X42	X43	X44	Y1	Y2	Y3
海岸	-22.1	8.1	83.1 *	0.8	41.3	61.6	5.5 *	12.0 *
内陸	-22.2	7.9	78.5 *	0.9	40.1	63.2	4.8 *	14.3 *

* 5%水準, 有意差あり

Table 3-9. 対馬72自生集団の生育調査における5グループ間の分散分析の結果

分類	各分類群の平均値						
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
A	-1.05 a	-0.05 a	0.36 b	-0.17 a	0.36 a b	-0.17 a b	-0.11 a
B	-0.58 a	1.96 b	-0.97 a	-1.01 a	-0.51 a	0.37 a b	-0.69 a
C	0.37 b	-0.06 a	-0.71 a	0.78 b	0.00 a b	-0.29 a b	0.17 a
D	0.89 b	-0.19 a	0.59 b	-0.59 a	0.58 b	-0.40 a	0.40 a
E	0.32 b	-0.33 a	0.40 b	-0.09 a b	-0.67 a	0.74 b	-0.15 a

分類	各分類群の平均値					
	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	PC13
A	-0.28 a	-0.20 a b	-0.03 a	-0.47 a	-0.11 a	-0.15 a
B	-0.08 a	0.01 a b	0.42 a	0.50 a	0.05 a	0.13 a
C	0.45 a	0.14 a b	0.16 a	0.28 a	-0.19 a	-0.28 a
D	-0.11 a	-0.65 a	0.19 a	0.37 a	0.03 a	0.69 a
E	-0.16 a	0.49 b	-0.44 a	-0.22 a	0.35 a	0.02 a

分類	各分類群の平均値				
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
A	30.7 a	61.2 a	639.8 a	342454 a	1291951 a
B	35.6 a	310.8 a	1881.2 a	342052 a	1291716 a
C	22.5 a	210.4 a	1241.8 a	342541 a	1292033 a
D	17.7 a	154.9 a	1041.6 a	342702 a	1292021 a
E	22.6 a	97.8 a	714.2 a	341867 a	1291847 a

※各項目において同一アルファベット間に5%水準の有意差なし

Table 3-10. 対馬72自生集団の生育調査における5グループ間の各変数の分散分析の結果

各分類群の各項目の平均値													
分類	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	
A	9.9 b	6.7 ab	1.5 b	7.7 b	11.3 c	0.7 a	4.1 b	8.8 a	1.5 ab	75.0 ab	6.4 b	43.2 a	
B	9.0 a	6.8 ab	1.4 a	7.7 b	10.4 ab	0.7 b	3.9 a	10.1 b	1.5 ab	85.4 bc	8.4 c	43.1 a	
C	9.3 a	6.7 ab	1.4 a	7.4 a	10.3 a	0.7 b	3.8 a	9.1 a	1.4 a	80.0 ab	6.3 b	43.1 a	
D	10.0 b	7.0 b	1.5 ab	7.9 b	10.9 bc	0.7 b	4.2 b	10.2 b	1.5 ab	71.9 a	5.6 a	43.1 a	
E	9.9 b	6.6 a	1.5 b	7.8 b	11.3 c	0.7 a	4.0 b	9.6 ab	1.5 b	92.2 c	6.0 ab	45.8 b	

各分類群の各項目の平均値													
分類	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	
A	38.5 a	1.1 a	37.8 a	233.5 b	189.1 a	17.1 bc	369.7 a	422.6 a	0.9 a	289.0 a	35.2 a	6.6 a	
B	38.4 a	1.1 a	39.4 a	198.1 a	272.7 c	14.5 a	392.5 a	471.6 b	0.8 a	304.9 ab	34.6 a	7.0 a	
C	38.3 a	1.1 a	47.9 b	305.6 d	222.8 b	17.6 c	484.6 c	528.4 c	0.9 b	355.0 c	45.7 b	8.9 b	
D	38.9 a	1.1 a	50.1 b	277.9 c	204.6 ab	16.5 b	437.9 b	482.5 b	0.9 b	313.1 b	49.1 c	6.1 a	
E	40.8 b	1.1 a	48.0 b	291.9 cd	206.7 ab	16.9 b	455.5 b	498.6 b	0.9 b	321.3 b	46.2 bc	7.2 a	

各分類群の各項目の平均値													
分類	X25	X26	X27	X28	X29	X30	X31	X32	X33	X34	X35	X36	
A	182.9 b	60.7 b	70.2 ab	35.4 b	2.0 a	21.4 a	2.2 a	19.3 ab	2.6 a	62.8 ab	55.2 b	32.8 b	
B	172.1 a	54.9 ab	69.3 ab	32.2 a	2.2 a	25.0 a	2.1 a	20.0 ab	2.9 ab	66.0 b	61.3 bc	31.7 a	
C	180.3 b	54.6 a	72.7 bc	37.4 b	2.0 a	22.1 a	2.2 a	19.8 ab	3.0 ab	63.9 ab	63.2 c	32.5 ab	
D	187.8 c	59.3 ab	66.0 a	37.3 b	1.8 a	24.3 b	2.2 a	18.4 a	2.7 a	65.9 b	46.2 a	33.3 b	
E	186.6 c	57.0 ab	75.6 c	37.0 b	2.1 a	21.6 a	2.2 a	20.8 b	3.1 b	60.2 a	56.7 b	31.9 a	

各分類群の各項目の平均値													
分類	X37	X38	X39	X40	X41	X42	X43	X44	X45	Y1	Y2	Y3	
A	-6.1 ab	11.0 bc	47.0 a	12.1 c	-23.3 a	8.1 bc	69.3 b	0.9 a	35.8 a	623.5 a	5.7 b	120.7 ab	
B	-5.8 c	10.2 a	51.1 c	11.5 b	-22.7 ab	7.7 ab	57.7 a	1.5 b	37.0 a	637.6 a	5.6 ab	117.5 a	
C	-5.9 bc	10.6 ab	52.5 c	11.0 a	-20.9 c	8.5 c	86.4 c	0.8 a	42.3 b	587.0 a	4.9 a	130.6 ab	
D	-6.2 a	11.3 c	47.7 ab	11.5 b	-22.3 b	7.4 a	90.9 c	0.8 a	46.1 c	634.3 a	5.3 ab	128.7 ab	
E	-5.7 c	10.1 a	48.3 b	11.6 bc	-22.1 b	8.0 b	87.9 c	0.8 a	41.9 b	658.3 a	4.9 a	146.3 b	

※各項目において同一アルファベット間に5%水準の有意差なし

2.3 考察

2.3.1 対馬集団における適応形質

対馬に自生する 72 集団の採取種子を用いた同一栽培条件下の生育調査によって、集団間で異なる表現型が示されたことから、ダンギクの自生集団は遺伝的に固定された表現型変異を有することが明らかになった。これらの変異のうち、主成分分析より PC 1 では草丈に関する変数の主成分負荷量が最も高く (Table 3-5)、特に花房間長、節間長、開花時草丈では、各集団内の変動係数の平均(集団内の個体間差)より、72 集団間の変動係数(集団間差)が高い値を示したことから (Table 3-2.13)、各集団において固定度の高い適応形質であることが推察された。

2.3.2 表現型と自生地環境の相関

各変数および各主成分と自生地環境との間に高い相関が示されなかったことから (Table 3-4, 3-7)、各集団は各自生環境において独自に分化した結果、多様な表現型を獲得したと考えられた。また、自生個体と栽培個体の間で結実時草丈および花房数の相関が低いことから、各自生地における環境分散により草姿が変化することが示唆された。一方で、海岸地と内陸地の集団間において、雌ずい長、雄ずい長/雌ずい長、花柄幅、小花数、花房縦径、花房間長、地際から第一花房までの距離、第一花着花節位、開花時草丈、結実時草丈節間長、莖径において有意差が示されたことから (Table 3-8)、土壌や水分量の異なる自生環境に適応した形質の分化が生じている可能性が考えられた。

2.3.3 表現型による自生集団のグループ分類

クラスター分析により、表現型の違いに基づいて各集団を分類した 5 グループ間では、それぞれ異なる表現型が示された (Fig. 3-7, Table 3-9, 3-10)。A グループでは、草丈が低く花色が濃い傾向がみられた。B グループでは、開花が早く、株全体に対する花穂の割合が高く、花房数が多い傾向がみられた。C グループでは、草丈が高く、側枝を伸ばすことで



Aグループ
C7

Bグループ
C9

Cグループ
C3

Dグループ
C52

Eグループ
C63

Fig. 3-7 対馬自生集団における各グループの栽培個体の草姿
(下段：集団番号)

水平方向にも大きく広がる傾向がみられた。Dグループでは、開花が遅く、花房間隔が広く、花房数が少なく、葉色が淡く短い葉を有する傾向がみられた。Eグループでは、開花が遅く、花房あたりの小花数が多く、葉色が濃く長い葉を有する傾向がみられた。これらのグループを識別する地理的な境界は示されず、また、グループ間で自生地環境に有意差は示されなかった。一方で、グループ間において異なる表現型を示したことから、地図上で隣接する集団であっても、それぞれの自生環境に適応することにより、異なる表現型を獲得したことが推察された。

各主成分のなかで、PC 2 の値が 4.0 以上の外れ値を示した C36 は、花房数および花穂長において 72 集団中最も大きい値を示した(Table 3-2, 3-6)。この集団は、集団内個体数が 3 個体の非常に小さい集団であり、自生地における結実時草丈および花房数においても他の集団と比べて非常に大きい値を示した(Table 2-5)。また、到花日数が 72 集団中最も短い(168.7 ± 2.9 日)ことから、C36 は早い時期から開花が始まり、主茎に非常に多くの花房をつける、対馬島内において特殊な表現型を示す集団であることが確認された。

2.3.4 まとめ

対馬における 72 自生集団は、多様な表現型を有することが明らかになった。一方で、それらの表現型と自生地環境の相関関係は示されなかった。これらの表現型の多様性は対馬島内においても確認されたことから、西九州の他地域の自生集団では、さらに多様な表現型変異を示すことが推察された。そこで、西九州全体の自生集団を加えた生育調査をおこなうことで、ダンギク国内自生集団における表現型変異を調査した。

3. 西九州 57 自生集団の生育調査

3.1 材料および方法

3.1.1 供試材料

西九州における自生集団の生育調査は 2011 年度におこなった。自生地調査により採集した全 109 自生集団のうち、対馬 20 集団と、その他の地域から採集した 37 集団の種子を播種し、同一栽培条件下で管理した実生苗を供試材料とした。対馬 20 集団は、対馬 72 自生集団における生育調査の結果から、対馬全域の表現型の変異幅を示すと考えられた集団を選択した。その他の地域の 37 集団は、長崎本土 16 集団、五島列島 16 集団、および甬島列島 5 集団である。実験に用いた種子の採集地は、第 II 章 Fig. 2-9.2, 2-10.2, 2-11.2, Table 2-2, 2-3, 2-4 のとおりである。各集団における自生地環境の情報は Table 3-11 に示した。

3.1.2 栽培方法

西九州 57 自生集団の採取種子を材料として、第 III 章 48 ページ～52 ページの 2. 対馬の 72 自生集団における生育調査の栽培方法にしたがって栽培した。

3.1.3 計測方法

第 III 章 52 ページ～58 ページの 2. 対馬の 72 自生集団における生育調査の計測方法にしたがって計測した。

3.1.4 分析方法

第 III 章 58 ページ～60 ページの 2. 対馬の 72 自生集団における生育調査の分析方法にしたがって分析した。

Table 3-11.1. 西九州57自生集団における各自生地環境

集団番号	自生地 ^a	標高(m)	緯度	経度
C3	I	66	34° 17' 34 "	129° 14' 3 "
C7	S	4	34° 10' 3 "	129° 10' 38 "
C8	I	59	34° 9' 29 "	129° 10' 37 "
C9	I	96	34° 6' 48 "	129° 10' 30 "
C11	I	77	34° 7' 12 "	129° 13' 5 "
C13	S	4	34° 8' 47 "	129° 16' 34 "
C26	I	15	34° 21' 58 "	129° 19' 11 "
C33	S	3	34° 27' 26 "	129° 17' 57 "
C36	S	2	34° 30' 37 "	129° 18' 7 "
C44	I	55	34° 33' 5 "	129° 27' 3 "
C47	S	8	34° 37' 37 "	129° 26' 37 "
C49	S	20	34° 40' 57 "	129° 28' 20 "
C52	S	3	34° 38' 26 "	129° 23' 37 "
C53	I	78	34° 38' 38 "	129° 19' 37 "
C57	I	90	34° 23' 16 "	129° 22' 6 "
C59	I	146	34° 19' 1 "	129° 12' 44 "
C60	I	19	34° 18' 25 "	129° 13' 26 "
C63	S	2	34° 18' 50 "	129° 21' 57 "
C66	I	11	34° 21' 49 "	129° 14' 37 "
C67	S	4	34° 26' 14 "	129° 17' 36 "
C73	I	340	32° 43' 52 "	129° 54' 57 "
C74	I	100	32° 46' 3 "	129° 51' 11 "
C75	I	193	33° 24' 6 "	129° 32' 52 "
C76	I	255	33° 10' 37 "	129° 22' 17 "
C77	I	178	33° 12' 51 "	129° 23' 32 "
C78	I	108	33° 20' 1 "	129° 26' 52 "
C79	I	114	33° 13' 32 "	129° 27' 25 "
C80	I	23	33° 12' 5 "	129° 24' 5 "
C81	I	52	33° 21' 5 "	129° 29' 18 "

^a S = 海岸地, I = 内陸地

Table 3-11.2. 西九州57自生集団における各自生地環境

集団番号	自生地	標高(m)	緯度	経度
C82	I	333	33° 18' 37 "	129° 39' 60 "
C83	S	9	33° 1' 29 "	129° 36' 13 "
C84	I	164	32° 50' 5 "	129° 42' 26 "
C85	I	317	32° 48' 37 "	129° 47' 53 "
C86	I	220	32° 49' 51 "	129° 53' 40 "
C87	I	276	32° 46' 7 "	129° 53' 1 "
C88	S	12	32° 42' 37 "	128° 39' 24 "
C89	I	46	32° 48' 32 "	128° 56' 42 "
C90	S	6	32° 50' 8 "	128° 57' 14 "
C91	S	3	32° 42' 53 "	128° 50' 31 "
C92	I	54	32° 51' 59 "	129° 4' 32 "
C93	S	2	32° 53' 35 "	129° 5' 13 "
C94	S	8	32° 54' 41 "	129° 5' 27 "
C95	I	71	33° 7' 32 "	129° 6' 10 "
C96	I	51	33° 2' 36 "	129° 5' 51 "
C97	I	96	32° 58' 7 "	129° 10' 3 "
C98	I	84	32° 57' 44 "	129° 0' 20 "
C99	S	2	32° 52' 7 "	129° 2' 45 "
C100	I	15	32° 51' 16 "	129° 2' 54 "
C101	I	25	32° 44' 19 "	128° 46' 41 "
C102	I	58	32° 36' 24 "	128° 43' 28 "
C103	I	195	31° 49' 33 "	129° 54' 39 "
C104	I	94	31° 48' 47 "	129° 53' 10 "
C105	I	156	31° 48' 8 "	129° 50' 0 "
C106	I	87	31° 52' 22 "	129° 51' 49 "
C107	I	87	31° 38' 55 "	129° 43' 24 "
C108	I	39	32° 49' 67 "	128° 51' 63 "
C109	I	123	33° 29' 92 "	129° 32' 63 "

3.2 結果

3.2.1 各変数の平均値および変動係数

集団ごとに開花調査，花器形態調査，草姿形態調査，葉形態調査，葉色調査，花色調査によって得られた計測値の平均値，および全集団の平均値と変動係数を算出し，Table 3-12 に示した．

西九州 57 自生集団の到花日数は，最も短い C36 において 152.0 ± 4.0 日，最も長い C7 において 193.8 ± 6.7 日だった．これらの集団は対馬の自生集団であったが，対馬集団における到花日数の平均値が 165.9 ± 2.1 日であり，変動係数も小さいことから，C7 の到花日数は対馬集団における外れ値であると考えられた．次に到花日数が長い集団は，甌島列島の C104 において 191.0 ± 7.7 日だった．全個体の到花日数の平均は 169.4 ± 1.2 日だった．また，開花期間は，最も短い C99 において 44.7 ± 7.8 日，最も長い C89 において 146.3 ± 55.4 日，全個体の平均は 82.5 ± 2.7 日だった．これらの平均値は対馬集団における生育調査の結果に比べ，2 週間程度開花時期が早く，開花期間が長い傾向がみられたが，本年の対馬集団においても同様の傾向がみられたことから，調査年の栽培条件の年較差が環境要因として影響したと判断した．

Table 3-12.1. 西九州57自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C3	C7	C8	C9	C11	C13
X1 花冠長 [mm]	9.1	10.8	10.4	8.8	10.0	9.6
X2 花冠幅 [mm]	7.8	8.1	9.0	7.8	6.7	7.2
X3 花冠長／花冠幅 (X1／X2)	1.2	1.3	1.2	1.1	1.5	1.4
X4 雄ずい長 [mm]	7.7	7.8	8.3	8.0	7.8	7.4
X5 雌ずい長 [mm]	11.1	12.3	12.9	10.6	11.0	11.2
X6 雄ずい長／雌ずい長 (X4／X5)	0.7	0.6	0.6	0.8	0.7	0.7
X7 がく長 [mm]	4.4	4.9	4.8	4.0	4.3	4.2
X8 花柄長 [mm]	7.7	8.7	11.2	9.9	7.8	8.9
X9 花柄幅 [mm]	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.5
X10 小花数	71.5	43.3	74.6	72.5	103.0	91.9
X11 花房数	7.4	7.0	9.4	9.1	6.4	7.9
X12 花房縦径 [mm]	43.0	42.7	51.0	43.9	48.5	48.3
X13 花房横径 [mm]	37.8	39.5	44.4	40.4	42.5	42.0
X14 花房縦径／花房横径 (X12／X13)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2
X15 花房間長 [mm]	44.0	27.7	39.0	31.5	31.2	38.3
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	296.5	212.5	271.5	181.5	216.0	286.0
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	246.1	195.5	302.3	276.6	173.8	277.1
X18 第一花着花節位	17.6	17.7	17.6	13.0	14.6	15.4
X19 開花時草丈 [mm]	479.3	317.0	486.6	343.5	356.0	496.3
X20 結実時草丈 [mm]	542.5	408.0	573.7	458.1	389.8	563.1
X21 開花時草丈／結実時草丈 (X19／X20)	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9
X22 株幅 [mm]	359.8	213.8	288.5	234.5	261.1	291.1
X23 節間長 [mm]	44.8	27.5	39.4	29.5	32.2	35.0
X24 着花側枝数	8.1	6.3	3.6	4.1	5.8	7.0
X25 到花日数 [日]	170.4	193.8	175.9	156.0	166.4	164.7
X26 開花期間 [日]	83.3	100.5	68.8	75.6	61.9	83.6
X27 葉身長 [mm]	66.7	65.4	68.0	67.7	64.3	72.3
X28 葉身幅 [mm]	30.2	32.6	31.4	36.1	36.1	37.0
X29 葉身長／葉身幅 (X27／X28)	2.2	2.0	2.2	1.9	1.8	2.0
X30 葉柄長 [mm]	17.3	22.1	18.2	17.8	20.9	19.7
X31 葉柄幅 [mm]	1.9	2.2	2.2	2.5	2.4	2.2
X32 鋸歯数	20.7	19.8	21.0	21.6	18.4	19.4
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	2.3	1.9	2.6	3.0	2.2	2.5
X34 葉の先端部の角度 [°]	62.7	74.4	65.0	70.9	71.4	64.4
X35 茎と葉柄の角度 [°]	74.5	64.7	62.8	68.8	64.5	73.0
X36 葉色 [L値]	36.8	36.9	37.2	34.9	37.9	37.2
X37 葉色 [a値]	-7.1	-8.9	-8.3	-7.6	-8.4	-8.6
X38 葉色 [b値]	15.0	16.7	15.6	15.5	17.5	18.1
X39 花色 [L値]	47.5	52.6	46.9	43.8	56.7	44.5
X40 花色 [a値]	11.4	9.9	11.5	12.6	9.2	11.2
X41 花色 [b値]	-23.7	-22.6	-25.1	-26.0	-20.6	-24.5
X42 茎径 [mm]	8.7	9.0	8.4	8.8	8.2	8.2
X43 結実時草丈／花房数 (X20／X11)	76.0	64.2	63.3	51.3	61.4	73.6
X44 花穂長／地際から第一花房までの距離 (X17／X16)	0.9	0.9	1.2	1.6	0.8	1.0
X45 花穂長／(花房数-1) {X17／(X11-1)}	39.6	36.8	37.0	34.1	32.7	40.3

Table 3-12.2. 西九州57自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C26	C33	C36	C44	C47	C49
X1 花冠長 [mm]	9.5	8.9	9.1	9.2	9.7	9.8
X2 花冠幅 [mm]	7.7	6.2	7.9	6.5	7.2	7.6
X3 花冠長/花冠幅 (X1/X2)	1.2	1.4	1.2	1.4	1.4	1.3
X4 雄ずい長 [mm]	8.5	6.5	7.7	6.9	7.2	7.3
X5 雌ずい長 [mm]	11.7	8.3	11.0	9.6	11.6	10.6
X6 雄ずい長/雌ずい長 (X4/X5)	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7
X7 がく長 [mm]	4.1	4.3	4.5	4.1	4.5	4.2
X8 花柄長 [mm]	8.7	8.9	8.8	7.8	6.3	6.0
X9 花柄幅 [mm]	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5
X10 小花数	97.0	59.6	78.8	65.1	47.9	58.1
X11 花房数	7.8	10.4	12.5	9.3	9.1	7.2
X12 花房縦径 [mm]	50.5	38.5	46.3	39.7	40.9	39.9
X13 花房横径 [mm]	43.3	34.8	39.4	37.2	35.7	36.0
X14 花房縦径/花房横径 (X12/X13)	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1
X15 花房間長 [mm]	43.1	44.0	39.6	46.1	30.1	29.2
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	318.6	347.6	218.3	275.0	198.3	205.8
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	287.4	303.4	377.0	340.2	255.4	198.9
X18 第一花着花節位	15.9	14.8	15.4	15.5	17.0	16.4
X19 開花時草丈 [mm]	537.4	546.3	411.3	512.5	392.1	337.1
X20 結実時草丈 [mm]	606.0	650.9	595.3	615.3	453.8	404.7
X21 開花時草丈/結実時草丈 (X19/X20)	0.9	0.8	0.7	0.8	0.9	0.8
X22 株幅 [mm]	331.6	386.6	362.5	312.0	256.8	279.7
X23 節間長 [mm]	43.0	39.2	33.7	43.0	26.6	27.8
X24 着花側枝数	6.5	5.3	4.6	5.5	6.3	6.7
X25 到花日数 [日]	163.4	159.1	152.0	162.7	163.3	164.1
X26 開花期間 [日]	84.7	67.6	97.2	63.1	95.5	59.1
X27 葉身長 [mm]	67.6	70.4	63.0	67.3	63.8	65.8
X28 葉身幅 [mm]	32.1	37.9	33.1	34.1	33.1	34.0
X29 葉身長/葉身幅 (X27/X28)	2.1	1.9	1.9	2.0	1.9	1.9
X30 葉柄長 [mm]	19.8	17.6	14.5	19.2	20.5	18.8
X31 葉柄幅 [mm]	2.4	2.3	2.4	2.1	2.2	2.3
X32 鋸歯数	18.3	21.9	17.7	20.8	21.4	19.1
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	2.1	2.1	2.4	2.2	1.6	2.5
X34 葉の先端部の角度 [°]	57.0	62.9	60.6	61.1	65.1	64.3
X35 茎と葉柄の角度 [°]	65.9	65.3	62.4	76.1	74.4	65.2
X36 葉色 [L値]	35.4	37.4	38.4	36.4	38.0	35.6
X37 葉色 [a値]	-7.4	-7.9	-8.7	-6.8	-8.0	-7.4
X38 葉色 [b値]	15.0	16.8	19.3	14.2	18.0	15.4
X39 花色 [L値]	46.6	52.5	46.5	52.6	48.0	47.8
X40 花色 [a値]	11.4	8.7	12.1	8.6	11.2	10.6
X41 花色 [b値]	-23.5	-20.9	-24.2	-20.5	-23.8	-24.0
X42 茎径 [mm]	8.3	8.3	7.9	7.9	8.3	8.7
X43 結実時草丈/花房数 (X20/X11)	80.0	63.3	48.1	66.8	50.5	56.0
X44 花穂長/地際から第一花房までの距離 (X17/X16)	1.0	0.9	1.8	1.3	1.3	1.0
X45 花穂長/(花房数-1) {X17/(X11-1)}	41.9	32.3	32.8	40.6	31.8	31.8

Table 3-12.3. 西九州57自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C52	C53	C57	C59	C60	C63
X1 花冠長 [mm]	9.7	9.2	9.1	9.6	9.9	9.3
X2 花冠幅 [mm]	7.7	8.3	6.7	6.8	7.2	7.0
X3 花冠長/花冠幅 (X1/X2)	1.3	1.1	1.4	1.4	1.4	1.4
X4 雄ずい長 [mm]	8.0	7.4	7.4	6.9	7.3	7.5
X5 雌ずい長 [mm]	10.2	10.7	9.8	10.5	9.6	11.6
X6 雄ずい長/雌ずい長 (X4/X5)	0.8	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7
X7 がく長 [mm]	4.1	4.4	4.2	3.9	4.2	4.3
X8 花柄長 [mm]	10.9	6.0	8.5	7.6	7.6	9.7
X9 花柄幅 [mm]	1.4	1.7	1.3	1.5	1.5	1.4
X10 小花数	59.1	99.5	76.8	64.3	62.3	82.7
X11 花房数	8.1	8.1	10.1	8.9	8.5	6.3
X12 花房縦径 [mm]	42.6	48.3	40.7	40.9	41.7	48.2
X13 花房横径 [mm]	39.2	44.3	35.5	34.9	34.6	40.0
X14 花房縦径/花房横径 (X12/X13)	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2
X15 花房間長 [mm]	55.9	53.3	43.7	39.9	39.9	49.4
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	277.1	312.8	317.2	192.0	272.4	276.4
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	296.3	298.5	352.6	321.6	262.9	223.5
X18 第一花着花節位	13.3	15.0	17.1	15.7	15.6	15.9
X19 開花時草丈 [mm]	277.1	537.3	513.4	376.7	456.7	444.5
X20 結実時草丈 [mm]	573.4	611.3	669.8	513.6	535.3	499.8
X21 開花時草丈/結実時草丈 (X19/X20)	0.5	0.9	0.8	0.7	0.9	0.9
X22 株幅 [mm]	289.6	163.2	350.8	237.9	265.2	276.0
X23 節間長 [mm]	57.8	49.5	42.8	31.1	35.8	45.8
X24 着花側枝数	4.6	2.1	5.9	5.2	4.5	5.9
X25 到花日数 [日]	168.1	174.2	154.5	158.5	161.5	176.9
X26 開花期間 [日]	74.8	74.6	96.2	69.7	63.2	75.5
X27 葉身長 [mm]	68.6	69.5	65.6	66.2	57.2	61.7
X28 葉身幅 [mm]	32.8	40.9	30.5	27.5	29.7	35.8
X29 葉身長/葉身幅 (X27/X28)	2.1	1.7	2.2	2.4	1.9	1.7
X30 葉柄長 [mm]	27.9	19.8	19.4	18.6	14.9	18.5
X31 葉柄幅 [mm]	2.2	2.4	2.0	2.1	2.0	2.4
X32 鋸歯数	18.3	19.1	19.8	17.4	19.2	20.1
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	1.9	2.0	2.7	2.3	2.3	2.1
X34 葉の先端部の角度 [°]	67.4	67.9	60.4	53.3	62.5	73.6
X35 茎と葉柄の角度 [°]	53.3	57.6	65.4	62.6	69.7	67.0
X36 葉色 [L値]	36.6	37.1	36.6	34.1	33.9	36.0
X37 葉色 [a値]	-6.8	-8.6	-7.8	-5.9	-6.9	-6.8
X38 葉色 [b値]	13.7	16.8	17.0	11.1	13.4	13.1
X39 花色 [L値]	50.4	49.4	50.9	49.8	52.1	51.7
X40 花色 [a値]	10.6	10.3	9.9	9.1	8.4	9.8
X41 花色 [b値]	-23.3	-21.9	-20.2	-22.3	-21.7	-22.6
X42 茎径 [mm]	7.9	7.2	7.5	8.5	7.6	8.0
X43 結実時草丈/花房数 (X20/X11)	72.3	76.7	67.1	59.5	64.7	82.6
X44 花穂長/地際から第一花房までの距離 (X17/X16)	1.1	1.0	1.1	1.8	1.0	0.8
X45 花穂長/(花房数-1) {X17/(X11-1)}	42.3	41.3	38.7	40.9	34.9	43.0

Table 3-12.4. 西九州57自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C66	C67	C73	C74	C75	C76
X1 花冠長 [mm]	10.0	9.4	8.3	8.5	9.5	9.2
X2 花冠幅 [mm]	7.6	6.3	6.9	6.7	7.3	7.5
X3 花冠長/花冠幅 (X1/X2)	1.3	1.5	1.2	1.3	1.3	1.2
X4 雄ずい長 [mm]	7.7	7.5	6.8	7.4	8.1	7.7
X5 雌ずい長 [mm]	11.0	10.1	9.1	8.8	11.4	10.3
X6 雄ずい長/雌ずい長 (X4/X5)	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7
X7 がく長 [mm]	4.3	4.2	3.6	4.0	4.2	4.3
X8 花柄長 [mm]	8.7	9.8	10.5	11.5	5.8	6.6
X9 花柄幅 [mm]	1.4	1.4	1.5	1.4	1.5	1.5
X10 小花数	68.2	75.4	89.9	88.2	37.5	65.9
X11 花房数	6.8	8.1	8.3	7.6	10.5	7.7
X12 花房縦径 [mm]	45.6	45.3	43.1	46.9	37.0	40.2
X13 花房横径 [mm]	42.1	37.5	38.1	39.7	33.5	38.1
X14 花房縦径/花房横径 (X12/X13)	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1
X15 花房間長 [mm]	54.2	43.6	27.6	48.1	16.9	26.3
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	246.2	205.2	227.4	364.7	107.2	246.0
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	277.7	314.3	220.8	238.7	206.5	191.9
X18 第一花着花節位	15.7	14.0	16.0	16.0	14.4	18.2
X19 開花時草丈 [mm]	454.8	413.3	391.9	550.8	177.3	372.9
X20 結実時草丈 [mm]	523.9	519.5	448.2	603.5	313.7	437.9
X21 開花時草丈/結実時草丈 (X19/X20)	0.9	0.8	0.9	0.9	0.6	0.9
X22 株幅 [mm]	294.6	296.4	345.3	358.8	247.6	341.9
X23 節間長 [mm]	51.0	39.7	27.6	51.4	16.1	25.5
X24 着花側枝数	5.0	3.9	10.9	12.9	5.1	8.8
X25 到花日数 [日]	170.1	161.8	162.8	168.5	166.3	172.4
X26 開花期間 [日]	76.8	75.3	82.7	111.2	83.6	65.3
X27 葉身長 [mm]	63.6	64.0	56.5	65.7	53.5	60.4
X28 葉身幅 [mm]	31.6	30.2	26.8	33.9	37.5	34.2
X29 葉身長/葉身幅 (X27/X28)	2.0	2.1	2.1	1.9	1.4	1.8
X30 葉柄長 [mm]	21.2	20.0	15.8	22.7	18.3	21.4
X31 葉柄幅 [mm]	1.9	2.1	2.0	2.2	2.3	2.2
X32 鋸歯数	18.1	18.0	15.0	15.7	10.0	16.6
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	1.7	2.1	2.5	2.8	1.5	1.9
X34 葉の先端部の角度 [°]	60.6	60.5	56.5	55.6	64.1	58.9
X35 茎と葉柄の角度 [°]	74.5	66.1	83.4	76.8	65.1	80.6
X36 葉色 [L値]	37.0	35.5	41.3	40.9	33.9	38.4
X37 葉色 [a値]	-8.0	-7.0	-8.5	-8.8	-5.9	-8.2
X38 葉色 [b値]	15.8	13.7	19.8	19.7	11.4	16.9
X39 花色 [L値]	49.9	46.9	59.6	65.5	61.2	50.7
X40 花色 [a値]	11.1	10.7	6.8	5.4	7.5	10.9
X41 花色 [b値]	-23.8	-24.0	-16.1	-13.6	-18.2	-22.8
X42 茎径 [mm]	8.2	8.0	6.9	7.9	8.2	9.1
X43 結実時草丈/花房数 (X20/X11)	81.5	64.4	54.2	81.6	30.4	59.9
X44 花穂長/地際から第一花房までの距離 (X17/X16)	1.2	1.5	1.0	0.7	2.1	0.8
X45 花穂長/(花房数-1) {X17/(X11-1)}	50.2	44.3	30.3	36.4	21.8	29.1

Table 3-12.5. 西九州57自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C77	C78	C79	C80	C81	C82
X1 花冠長 [mm]	9.1	9.0	9.2	8.7	9.9	9.1
X2 花冠幅 [mm]	8.0	7.2	7.1	6.8	8.0	7.4
X3 花冠長/花冠幅 (X1/X2)	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2
X4 雄ずい長 [mm]	7.4	7.5	8.3	7.5	8.6	7.2
X5 雌ずい長 [mm]	10.0	9.8	11.1	10.4	12.5	10.4
X6 雄ずい長/雌ずい長 (X4/X5)	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7
X7 がく長 [mm]	4.0	4.1	4.1	4.1	4.1	3.7
X8 花柄長 [mm]	6.8	5.7	8.4	6.9	7.4	6.7
X9 花柄幅 [mm]	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6
X10 小花数	67.6	59.7	60.8	55.0	68.1	53.8
X11 花房数	9.1	8.8	9.3	9.0	8.3	12.0
X12 花房縦径 [mm]	40.3	35.7	39.0	40.3	44.1	37.5
X13 花房横径 [mm]	36.9	34.5	37.8	38.7	41.9	34.2
X14 花房縦径/花房横径 (X12/X13)	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1
X15 花房間長 [mm]	27.8	24.0	27.7	27.1	33.6	25.0
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	264.8	211.3	191.4	229.8	261.2	159.8
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	227.7	178.7	243.2	236.9	219.2	284.2
X18 第一花着花節位	17.8	16.4	13.8	16.4	16.9	14.3
X19 開花時草丈 [mm]	400.7	308.3	330.2	356.0	404.1	266.3
X20 結実時草丈 [mm]	492.5	389.9	434.6	466.8	480.4	444.0
X21 開花時草丈/結実時草丈 (X19/X20)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6
X22 株幅 [mm]	311.7	324.6	350.5	350.7	324.8	281.2
X23 節間長 [mm]	28.0	22.6	26.0	25.8	30.6	24.1
X24 着花側枝数	10.4	9.6	9.8	13.1	9.8	8.5
X25 到花日数 [日]	168.6	168.6	159.1	161.3	170.8	158.3
X26 開花期間 [日]	95.9	69.8	101.1	108.0	87.7	114.3
X27 葉身長 [mm]	59.9	59.5	65.4	62.3	66.4	56.2
X28 葉身幅 [mm]	31.0	38.2	30.4	32.0	35.2	24.8
X29 葉身長/葉身幅 (X27/X28)	1.9	1.6	2.2	2.0	1.9	2.4
X30 葉柄長 [mm]	16.8	18.8	18.8	20.7	19.5	21.4
X31 葉柄幅 [mm]	2.0	2.2	2.1	2.1	2.3	2.2
X32 鋸歯数	17.0	17.9	17.8	18.0	19.3	18.2
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	2.2	2.1	2.6	2.1	2.3	2.5
X34 葉の先端部の角度 [°]	57.7	73.9	54.3	62.2	66.1	67.4
X35 茎と葉柄の角度 [°]	88.3	86.3	77.9	80.4	75.7	72.8
X36 葉色 [L値]	38.0	38.8	38.5	39.3	38.8	39.8
X37 葉色 [a値]	-7.6	-8.3	-7.9	-8.5	-8.4	-8.9
X38 葉色 [b値]	15.8	17.5	16.4	18.7	18.6	19.4
X39 花色 [L値]	55.4	57.2	50.3	52.8	54.8	57.5
X40 花色 [a値]	7.9	5.2	6.3	8.8	8.6	7.5
X41 花色 [b値]	-19.5	-12.0	-11.5	-21.0	-20.0	-17.6
X42 茎径 [mm]	7.8	8.7	9.2	8.7	7.9	7.9
X43 結実時草丈/花房数 (X20/X11)	55.3	46.8	48.2	53.4	59.1	37.9
X44 花穂長/地際から第一花房までの距離 (X17/X16)	0.9	0.9	1.3	1.1	0.8	1.8
X45 花穂長/(花房数-1) {X17/(X11-1)}	28.4	22.9	29.7	29.8	30.6	26.2

Table 3-12.6. 西九州57自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C83	C84	C85	C86	C87	C88
X1 花冠長 [mm]	9.8	9.7	8.8	8.6	8.5	8.8
X2 花冠幅 [mm]	9.3	7.9	7.0	7.4	7.3	7.1
X3 花冠長/花冠幅 (X1/X2)	1.1	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2
X4 雄ずい長 [mm]	8.3	6.9	7.2	7.4	7.3	8.1
X5 雌ずい長 [mm]	11.1	10.6	9.4	10.2	10.0	10.4
X6 雄ずい長/雌ずい長 (X4/X5)	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8
X7 がく長 [mm]	4.3	4.4	4.0	4.0	4.1	3.6
X8 花柄長 [mm]	9.5	7.2	8.0	8.4	11.0	9.3
X9 花柄幅 [mm]	1.5	1.6	1.6	1.4	1.4	1.4
X10 小花数	58.8	72.5	74.5	67.3	74.6	60.0
X11 花房数	7.9	7.9	9.0	8.3	7.9	9.8
X12 花房縦径 [mm]	48.3	45.0	38.3	43.1	45.8	42.7
X13 花房横径 [mm]	40.6	39.2	34.3	38.3	38.1	39.6
X14 花房縦径/花房横径 (X12/X13)	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1
X15 花房間長 [mm]	37.7	26.7	26.5	33.4	40.4	29.4
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	293.6	183.4	185.1	224.4	298.1	178.4
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	232.5	190.5	218.4	224.6	234.1	249.4
X18 第一花着花節位	20.1	16.9	16.0	16.4	16.8	17.4
X19 開花時草丈 [mm]	458.5	292.3	324.5	378.4	481.4	351.2
X20 結実時草丈 [mm]	527.8	373.9	403.5	449.0	532.2	427.8
X21 開花時草丈/結実時草丈 (X19/X20)	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8
X22 株幅 [mm]	355.1	272.6	263.1	304.0	354.8	271.8
X23 節間長 [mm]	36.0	28.3	21.1	33.7	40.9	30.9
X24 着花側枝数	8.5	6.6	5.2	9.0	7.7	9.4
X25 到花日数 [日]	178.5	180.1	159.9	170.7	167.2	170.8
X26 開花期間 [日]	101.3	76.8	56.3	111.7	88.3	57.2
X27 葉身長 [mm]	64.7	63.7	58.1	66.6	60.3	59.9
X28 葉身幅 [mm]	34.5	36.2	31.0	33.2	29.5	27.5
X29 葉身長/葉身幅 (X27/X28)	1.9	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2
X30 葉柄長 [mm]	24.3	17.1	16.4	18.3	16.6	18.4
X31 葉柄幅 [mm]	2.4	2.5	2.3	2.3	2.2	2.1
X32 鋸歯数	13.6	14.5	16.0	18.4	15.4	16.8
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	2.3	2.4	2.7	2.6	3.1	2.1
X34 葉の先端部の角度 [°]	58.7	59.3	54.5	55.8	55.2	65.4
X35 茎と葉柄の角度 [°]	68.3	82.0	73.4	91.9	73.0	82.0
X36 葉色 [L値]	38.8	36.9	35.7	37.9	36.8	36.2
X37 葉色 [a値]	-9.2	-8.2	-7.2	-8.7	-7.6	-8.3
X38 葉色 [b値]	19.2	15.9	14.5	18.1	16.5	17.8
X39 花色 [L値]	55.9	59.9	56.2	57.3	56.0	57.0
X40 花色 [a値]	8.6	8.1	8.0	7.7	8.3	6.8
X41 花色 [b値]	-19.1	-18.0	-20.8	-19.0	-18.5	-17.3
X42 茎径 [mm]	7.8	6.8	8.7	8.1	6.7	8.9
X43 結実時草丈/花房数 (X20/X11)	68.6	47.9	45.3	55.6	68.6	44.3
X44 花穂長/地際から第一花房までの距離 (X17/X16)	0.8	1.0	1.2	1.0	0.8	1.5
X45 花穂長/(花房数-1) {X17/(X11-1)}	34.4	27.8	27.2	31.3	33.6	28.4

Table 3-12.7. 西九州57自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C89	C90	C91	C92	C93	C94
X1 花冠長 [mm]	9.2	9.5	8.1	9.1	8.4	9.3
X2 花冠幅 [mm]	8.0	9.2	7.9	8.2	8.2	8.4
X3 花冠長/花冠幅 (X1/X2)	1.2	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1
X4 雄ずい長 [mm]	7.4	7.9	7.8	7.3	7.4	8.6
X5 雌ずい長 [mm]	11.5	11.7	9.8	11.0	11.2	12.0
X6 雄ずい長/雌ずい長 (X4/X5)	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7
X7 がく長 [mm]	4.2	5.1	4.1	3.9	4.1	3.9
X8 花柄長 [mm]	9.6	12.6	9.3	8.6	8.9	8.4
X9 花柄幅 [mm]	1.4	1.4	1.4	1.3	1.5	1.5
X10 小花数	64.8	51.5	54.5	57.9	72.8	79.0
X11 花房数	9.7	8.8	12.2	6.6	6.8	6.9
X12 花房縦径 [mm]	45.9	41.8	43.4	41.9	43.5	49.3
X13 花房横径 [mm]	40.8	38.9	37.6	39.0	39.9	40.4
X14 花房縦径/花房横径 (X12/X13)	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.2
X15 花房間長 [mm]	38.2	32.4	38.2	34.1	34.3	37.8
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	225.8	185.3	255.9	220.9	207.5	296.8
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	288.7	283.3	363.7	182.9	196.1	202.6
X18 第一花着花節位	17.0	15.0	16.1	18.8	15.1	19.2
X19 開花時草丈 [mm]	371.7	330.7	425.2	361.9	344.0	428.5
X20 結実時草丈 [mm]	514.5	468.5	619.6	403.8	403.6	499.5
X21 開花時草丈/結実時草丈 (X19/X20)	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	0.9
X22 株幅 [mm]	271.8	409.5	384.0	332.6	293.5	374.0
X23 節間長 [mm]	37.8	32.3	37.4	31.4	29.3	37.6
X24 着花側枝数	3.7	7.9	8.5	7.6	6.5	9.7
X25 到花日数 [日]	181.2	164.6	163.3	179.4	167.5	176.6
X26 開花期間 [日]	146.3	74.4	118.3	60.2	109.1	51.1
X27 葉身長 [mm]	60.2	77.0	63.3	54.8	66.8	78.7
X28 葉身幅 [mm]	33.4	35.5	40.9	31.6	37.2	37.6
X29 葉身長/葉身幅 (X27/X28)	1.8	2.2	1.6	1.7	1.8	2.1
X30 葉柄長 [mm]	19.5	26.7	16.1	17.6	21.3	25.8
X31 葉柄幅 [mm]	2.5	2.5	2.3	2.2	2.4	2.4
X32 鋸歯数	16.8	18.6	13.1	11.8	15.7	18.1
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	2.5	3.2	2.5	1.8	2.6	3.0
X34 葉の先端部の角度 [°]	64.0	56.6	57.3	59.6	62.2	53.6
X35 茎と葉柄の角度 [°]	75.5	64.5	86.7	83.6	77.6	88.0
X36 葉色 [L値]	35.5	39.2	36.4	37.9	36.9	38.4
X37 葉色 [a値]	-7.6	-8.3	-8.0	-8.5	-7.8	-8.0
X38 葉色 [b値]	14.8	19.6	15.7	16.7	16.1	16.6
X39 花色 [L値]	60.1	58.4	59.0	55.1	53.0	58.5
X40 花色 [a値]	6.3	6.9	6.6	7.1	9.9	8.1
X41 花色 [b値]	-17.1	-18.2	-18.6	-12.0	-22.0	-17.5
X42 茎径 [mm]	7.4	8.1	7.9	7.7	6.7	7.4
X43 結実時草丈/花房数 (X20/X11)	53.7	55.3	53.4	62.4	60.0	73.1
X44 花穂長/地際から第一花房までの距離 (X17/X16)	1.3	1.6	1.5	0.9	1.0	0.7
X45 花穂長/(花房数-1) {X17/(X11-1)}	33.3	37.0	33.3	32.7	34.4	34.2

Table 3-12.8. 西九州57自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C95	C96	C97	C98	C99	C100
X1 花冠長 [mm]	8.8	8.2	9.7	10.0	9.5	8.7
X2 花冠幅 [mm]	7.8	6.4	7.5	7.6	7.8	7.5
X3 花冠長／花冠幅 (X1／X2)	1.1	1.3	1.3	1.4	1.2	1.2
X4 雄ずい長 [mm]	7.5	8.0	7.8	7.5	7.4	6.7
X5 雌ずい長 [mm]	10.7	10.8	10.1	12.2	10.5	10.6
X6 雄ずい長／雌ずい長 (X4／X5)	0.7	0.8	0.8	0.6	0.7	0.6
X7 がく長 [mm]	4.2	4.1	4.4	4.0	3.6	4.0
X8 花柄長 [mm]	7.6	7.8	8.1	7.6	8.0	8.7
X9 花柄幅 [mm]	1.5	1.4	1.5	1.3	1.5	1.4
X10 小花数	53.6	76.6	65.7	59.3	59.7	79.5
X11 花房数	8.3	7.8	10.7	6.2	6.7	6.5
X12 花房縦径 [mm]	38.1	43.3	43.5	42.2	41.7	38.5
X13 花房横径 [mm]	36.6	41.6	40.4	44.0	37.8	36.3
X14 花房縦径／花房横径 (X12／X13)	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1
X15 花房間長 [mm]	30.4	24.0	32.2	40.4	41.8	33.0
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	199.1	142.5	282.0	277.8	322.1	207.8
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	223.4	179.5	275.6	187.0	226.8	170.7
X18 第一花着花節位	15.2	15.0	20.5	18.2	15.7	14.7
X19 開花時草丈 [mm]	305.0	244.5	425.3	409.5	495.1	348.2
X20 結実時草丈 [mm]	422.5	321.9	557.6	464.8	548.9	378.4
X21 開花時草丈／結実時草丈 (X19／X20)	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
X22 株幅 [mm]	377.8	277.6	360.8	350.6	496.4	323.1
X23 節間長 [mm]	26.9	19.5	29.5	40.6	38.5	29.5
X24 着花側枝数	9.5	6.0	6.5	10.4	8.7	9.4
X25 到花日数 [日]	164.2	170.3	185.2	181.3	170.8	174.8
X26 開花期間 [日]	103.8	114.4	97.0	75.8	44.7	52.3
X27 葉身長 [mm]	67.5	55.2	61.0	65.8	64.8	59.9
X28 葉身幅 [mm]	32.0	34.0	28.8	33.2	40.2	35.6
X29 葉身長／葉身幅 (X27／X28)	2.1	1.6	2.1	2.0	1.6	1.7
X30 葉柄長 [mm]	21.8	20.1	15.0	19.3	16.9	17.1
X31 葉柄幅 [mm]	2.3	2.2	2.2	2.3	2.6	2.4
X32 鋸歯数	16.6	11.4	14.4	16.5	16.9	15.5
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	2.5	2.2	2.0	2.5	2.9	2.4
X34 葉の先端部の角度 [°]	53.2	60.2	50.2	60.1	64.4	59.5
X35 茎と葉柄の角度 [°]	70.4	72.0	81.2	61.3	78.3	89.1
X36 葉色 [L値]	37.8	35.7	38.2	39.2	38.5	37.3
X37 葉色 [a値]	-8.6	-8.0	-8.6	-8.4	-8.7	-8.0
X38 葉色 [b値]	17.5	15.8	17.8	17.8	19.6	16.9
X39 花色 [L値]	57.1	66.1	57.4	57.0	61.6	57.0
X40 花色 [a値]	7.4	6.6	8.4	7.5	6.3	8.1
X41 花色 [b値]	-20.0	-13.9	-18.8	-19.1	-16.8	-18.5
X42 茎径 [mm]	8.0	7.7	7.0	7.9	7.2	7.7
X43 結実時草丈／花房数 (X20／X11)	52.7	41.4	52.3	77.9	83.0	60.0
X44 花穂長／地際から第一花房までの距離 (X17／X16)	1.1	1.3	1.0	0.7	0.7	0.8
X45 花穂長／(花房数-1) {X17／(X11-1)}	30.9	26.1	28.2	36.4	40.1	31.8

Table 3-12.9. 西九州57自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号					
	C101	C102	C103	C104	C105	C106
X1 花冠長 [mm]	9.7	8.8	10.6	10.9	10.4	9.4
X2 花冠幅 [mm]	8.4	8.7	8.5	8.9	9.6	8.3
X3 花冠長／花冠幅 (X1／X2)	1.2	1.0	1.2	1.2	1.1	1.2
X4 雄ずい長 [mm]	8.3	8.2	7.8	7.9	7.8	7.4
X5 雌ずい長 [mm]	11.6	10.8	12.0	13.0	12.1	10.9
X6 雄ずい長／雌ずい長 (X4／X5)	0.7	0.8	0.7	0.6	0.6	0.7
X7 がく長 [mm]	4.1	4.3	4.6	4.4	4.2	4.2
X8 花柄長 [mm]	8.3	11.3	8.4	9.8	9.7	9.2
X9 花柄幅 [mm]	1.4	1.5	1.7	1.6	2.0	1.8
X10 小花数	57.0	45.6	94.8	84.3	112.4	85.1
X11 花房数	6.4	8.1	8.9	8.7	6.9	9.0
X12 花房縦径 [mm]	43.1	44.7	49.5	53.5	61.3	47.2
X13 花房横径 [mm]	37.8	37.5	42.8	45.3	49.7	40.5
X14 花房縦径／花房横径 (X12／X13)	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
X15 花房間長 [mm]	41.6	36.9	27.0	30.8	32.4	27.9
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	245.8	233.2	261.5	285.8	304.0	291.0
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	207.4	231.4	239.3	262.2	198.6	244.2
X18 第一花着花節位	14.4	18.3	18.8	19.8	16.0	19.2
X19 開花時草丈 [mm]	399.0	377.2	364.5	392.2	454.1	420.8
X20 結実時草丈 [mm]	453.2	464.6	500.8	548.0	502.6	535.2
X21 開花時草丈／結実時草丈 (X19／X20)	0.9	0.8	0.7	0.7	0.9	0.8
X22 株幅 [mm]	336.5	344.2	184.8	262.2	297.4	281.9
X23 節間長 [mm]	39.1	39.0	28.7	30.3	31.1	27.3
X24 着花側枝数	9.2	8.6	3.9	4.5	5.0	7.1
X25 到花日数 [日]	170.0	171.8	178.3	191.0	172.8	178.0
X26 開花期間 [日]	81.0	84.8	77.2	103.2	48.6	66.7
X27 葉身長 [mm]	60.9	65.3	59.3	61.7	70.9	65.4
X28 葉身幅 [mm]	37.1	32.0	43.2	38.5	47.0	38.1
X29 葉身長／葉身幅 (X27／X28)	1.7	2.0	1.4	1.6	1.5	1.7
X30 葉柄長 [mm]	20.5	21.6	16.6	17.3	19.5	22.2
X31 葉柄幅 [mm]	2.3	2.0	2.2	2.3	2.5	2.5
X32 鋸歯数	18.9	18.0	14.4	13.5	16.5	14.8
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	2.4	1.8	2.2	1.8	2.7	3.0
X34 葉の先端部の角度 [°]	66.6	60.0	75.6	65.0	62.0	64.5
X35 茎と葉柄の角度 [°]	81.1	77.8	75.1	70.8	71.6	76.7
X36 葉色 [L値]	37.7	38.1	38.5	36.1	37.0	37.4
X37 葉色 [a値]	-7.5	-9.1	-8.5	-7.7	-7.8	-8.0
X38 葉色 [b値]	15.4	19.9	16.3	13.4	15.0	15.5
X39 花色 [L値]	58.8	56.8	55.7	50.0	55.0	56.6
X40 花色 [a値]	8.3	7.6	8.8	11.2	10.5	8.9
X41 花色 [b値]	-19.8	-18.5	-18.3	-20.4	-21.8	-17.6
X42 茎径 [mm]	7.3	7.8	8.0	7.7	7.3	7.5
X43 結実時草丈／花房数 (X20／X11)	73.5	58.0	56.8	66.4	73.9	62.9
X44 花穂長／地際から第一花房までの距離 (X17／X16)	0.9	1.0	0.9	1.0	0.7	0.9
X45 花穂長／(花房数-1) {X17／(X11-1)}	38.9	32.5	30.3	33.9	33.9	30.2

Table 3-12.10. 西九州57自生集団の生育調査における各項目の平均値

項目	集団番号			全集団	
	C107	C108	C109	平均	変動係数
X1 花冠長 [mm]	10.4	8.1	8.6	9.3	7.1
X2 花冠幅 [mm]	7.7	7.7	7.9	7.7	9.8
X3 花冠長/花冠幅 (X1/X2)	1.4	1.1	1.1	1.2	9.7
X4 雄ずい長 [mm]	7.7	8.3	7.5	7.6	6.1
X5 雌ずい長 [mm]	12.1	10.0	9.9	10.8	9.1
X6 雄ずい長/雌ずい長 (X4/X5)	0.6	0.8	0.8	0.7	7.6
X7 がく長 [mm]	4.5	4.1	4.3	4.2	6.8
X8 花柄長 [mm]	9.6	7.1	9.2	8.5	17.7
X9 花柄幅 [mm]	1.6	1.6	1.6	1.5	7.8
X10 小花数	60.1	42.6	71.5	69.0	22.8
X11 花房数	11.4	10.3	7.4	8.5	17.8
X12 花房縦径 [mm]	45.1	38.0	45.7	43.8	10.4
X13 花房横径 [mm]	42.2	35.3	39.1	39.1	8.2
X14 花房縦径/花房横径 (X12/X13)	1.1	1.1	1.2	1.1	5.2
X15 花房間長 [mm]	29.4	23.1	29.3	35.0	24.0
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	220.0	155.1	217.9	242.0	22.1
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	318.3	243.5	184.9	247.2	20.7
X18 第一花着花節位	19.4	14.4	16.0	16.4	10.7
X19 開花時草丈 [mm]	324.6	274.7	337.6	392.4	20.7
X20 結実時草丈 [mm]	538.3	398.6	402.8	489.1	16.7
X21 開花時草丈/結実時草丈 (X19/X20)	0.6	0.7	0.8	0.8	11.4
X22 株幅 [mm]	203.3	355.6	311.0	309.5	18.8
X23 節間長 [mm]	28.1	21.5	27.8	33.5	25.4
X24 着花側枝数	4.4	9.2	7.1	7.1	33.8
X25 到花日数 [日]	189.3	160.4	163.7	169.4	5.3
X26 開花期間 [日]	100.0	73.4	64.8	82.5	25.0
X27 葉身長 [mm]	60.2	64.4	61.1	63.9	7.8
X28 葉身幅 [mm]	39.0	35.7	31.1	34.1	12.2
X29 葉身長/葉身幅 (X27/X28)	1.6	1.8	2.0	1.9	12.2
X30 葉柄長 [mm]	24.2	18.4	16.1	19.4	14.6
X31 葉柄幅 [mm]	2.3	2.2	2.0	2.2	7.0
X32 鋸歯数	13.8	14.9	20.6	17.2	15.4
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	3.1	2.4	1.8	2.3	17.0
X34 葉の先端部の角度 [°]	66.9	57.8	57.9	61.9	9.2
X35 茎と葉柄の角度 [°]	77.5	76.2	70.1	73.6	11.5
X36 葉色 [L値]	35.7	37.2	37.9	37.3	4.2
X37 葉色 [a値]	-6.7	-7.9	-6.9	-7.9	-9.4
X38 葉色 [b値]	13.0	17.7	15.1	16.4	12.7
X39 花色 [L値]	51.3	58.5	57.2	54.3	9.2
X40 花色 [a値]	10.0	7.8	6.1	8.8	20.8
X41 花色 [b値]	-22.1	-18.3	-12.1	-19.7	-18.0
X42 茎径 [mm]	7.3	8.3	8.3	7.9	7.6
X43 結実時草丈/花房数 (X20/X11)	47.3	40.9	58.0	60.4	20.2
X44 花穂長/地際から第一花房までの距離 (X17/X16)	1.5	1.7	0.9	1.1	30.2
X45 花穂長/(花房数-1) {X17/(X11-1)}	30.5	26.3	29.0	33.7	16.6

3.2.2 変数間の相関関係

各 2 変数間の相関行列は Table 3-13 に示した。相関分析の結果，小花数は段縦径(0.71)および段横径(0.62)と正の相関を示したことから，小花数に比例して花房が大きくなる傾向にあることが示された。また，対馬 72 自生集団における生育調査の結果と異なり，株幅は結実時草丈と高い相関を示さなかった(0.19)。到花日数においても，段数(-0.30)および花穂長／地際から第一花房までの距離(-0.41)と高い相関は示されなかったが，第一花着花節位と正の相関(0.68)を示した。

各変数と自生地環境との間の相関行列は Table 3-14 に示した。

Table 3-13.1. 西九州57自生集団の生育調査における各2変数間の相関行列

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
X1	1.00														
X2	0.40	1.00													
X3	0.33	-0.73	1.00												
X4	0.25	0.46	-0.28	1.00											
X5	0.67	0.62	-0.13	0.55	1.00										
X6	-0.59	-0.38	-0.04	0.13	-0.75	1.00									
X7	0.49	0.38	-0.01	0.20	0.42	-0.33	1.00								
X8	0.00	0.27	-0.25	0.14	0.08	0.03	0.19	1.00							
X9	0.33	0.40	-0.17	0.11	0.24	-0.19	0.17	-0.13	1.00						
X10	0.13	0.05	0.06	-0.07	0.09	-0.16	-0.04	0.20	0.43	1.00					
X11	-0.17	-0.14	-0.01	-0.01	-0.21	0.24	0.07	-0.05	0.12	-0.28	1.00				
X12	0.44	0.51	-0.17	0.32	0.51	-0.33	0.25	0.45	0.50	0.71	-0.25	1.00			
X13	0.47	0.50	-0.14	0.38	0.62	-0.42	0.27	0.33	0.42	0.62	-0.29	0.86	1.00		
X14	0.14	0.21	-0.09	0.04	0.03	0.01	0.08	0.37	0.27	0.41	-0.05	0.61	0.13	1.00	
X15	0.07	-0.05	0.13	-0.05	-0.08	0.04	0.03	0.34	-0.30	0.24	-0.24	0.28	0.20	0.27	1.00
X16	0.20	0.13	0.02	-0.02	-0.05	0.06	0.03	0.28	0.04	0.45	-0.22	0.46	0.37	0.34	0.65
X17	0.02	-0.12	0.13	-0.04	-0.12	0.10	0.17	0.24	-0.04	-0.01	0.68	0.05	-0.04	0.20	0.46
X18	0.36	0.39	-0.14	0.15	0.32	-0.25	0.19	0.05	0.10	0.02	0.00	0.30	0.30	0.13	-0.14
X19	0.08	0.00	0.09	-0.12	-0.11	0.04	0.01	0.25	-0.01	0.46	-0.14	0.42	0.29	0.39	0.70
X20	0.14	0.01	0.10	-0.04	-0.11	0.10	0.13	0.33	0.00	0.28	0.28	0.34	0.21	0.35	0.72
X21	-0.05	-0.03	0.01	-0.19	-0.03	-0.10	-0.15	0.01	-0.04	0.44	-0.66	0.28	0.23	0.20	0.25
X22	-0.39	0.00	-0.27	0.05	-0.27	0.35	-0.24	0.18	-0.38	-0.22	-0.04	-0.20	-0.22	-0.06	0.14
X23	0.09	0.02	0.07	0.03	-0.05	0.08	0.05	0.42	-0.29	0.25	-0.26	0.34	0.26	0.28	0.96
X24	-0.42	-0.09	-0.23	0.05	-0.23	0.31	-0.44	-0.06	-0.30	-0.25	-0.17	-0.33	-0.24	-0.28	-0.24
X25	0.54	0.46	-0.08	0.18	0.55	-0.49	0.31	0.12	0.10	0.05	-0.30	0.38	0.51	-0.05	-0.05
X26	-0.17	-0.04	-0.10	0.09	0.07	0.00	0.13	0.07	-0.18	-0.19	0.39	-0.05	0.01	-0.09	-0.08
X27	0.15	0.28	-0.13	0.21	0.20	-0.08	0.27	0.28	0.12	0.18	-0.18	0.32	0.30	0.13	0.41
X28	0.26	0.41	-0.22	0.15	0.31	-0.24	0.24	-0.03	0.48	0.29	-0.13	0.42	0.43	0.11	-0.01
X29	-0.13	-0.22	0.14	-0.03	-0.18	0.17	-0.11	0.19	-0.34	-0.16	0.08	-0.20	-0.23	-0.01	0.24
X30	0.19	0.22	-0.05	0.33	0.26	-0.05	0.21	0.25	-0.06	-0.14	-0.19	0.08	0.16	-0.10	0.17
X31	0.16	0.40	-0.27	0.11	0.35	-0.34	0.10	0.08	0.32	0.20	-0.11	0.30	0.34	0.04	-0.06
X32	0.10	-0.14	0.23	-0.08	-0.05	0.00	0.18	0.02	-0.07	0.04	-0.12	-0.02	-0.07	0.07	0.41
X33	-0.14	0.13	-0.23	-0.04	-0.01	-0.03	-0.11	0.35	0.06	0.20	0.07	0.12	0.09	0.07	0.00
X34	0.43	0.07	0.23	0.08	0.33	-0.31	0.24	-0.13	0.18	0.07	-0.08	0.13	0.19	-0.05	-0.01
X35	-0.36	0.00	-0.30	-0.09	-0.19	0.13	-0.40	-0.12	-0.08	-0.08	-0.01	-0.18	-0.18	-0.09	-0.36
X36	-0.14	0.13	-0.24	-0.02	-0.09	0.10	-0.09	0.12	-0.04	0.05	-0.09	-0.02	0.09	-0.19	-0.08
X37	0.04	-0.27	0.31	-0.11	-0.06	-0.02	-0.05	-0.08	-0.02	-0.06	0.06	-0.12	-0.25	0.15	0.10
X38	-0.27	0.09	-0.30	0.03	-0.15	0.19	-0.08	0.10	-0.11	-0.06	0.01	-0.09	0.01	-0.20	-0.10
X39	-0.33	0.00	-0.24	-0.04	-0.22	0.24	-0.28	0.02	-0.07	-0.15	-0.06	-0.16	-0.13	-0.12	-0.31
X40	0.43	0.14	0.18	0.12	0.36	-0.34	0.39	0.02	0.22	0.30	-0.03	0.38	0.33	0.24	0.30
X41	-0.36	-0.06	-0.22	-0.02	-0.24	0.27	-0.34	-0.01	-0.14	-0.13	-0.02	-0.23	-0.17	-0.20	-0.35
X42	0.03	-0.22	0.24	0.19	-0.01	0.17	0.10	-0.23	-0.10	-0.28	0.07	-0.32	-0.23	-0.29	-0.21
X43	0.28	0.16	0.07	0.03	0.14	-0.14	0.03	0.30	-0.11	0.43	-0.62	0.49	0.43	0.32	0.79
X44	-0.16	-0.19	0.07	0.05	-0.04	0.07	0.04	-0.09	-0.03	-0.41	0.69	-0.35	-0.36	-0.11	-0.25
X45	0.27	0.03	0.19	0.01	0.15	-0.19	0.14	0.35	-0.23	0.25	-0.38	0.35	0.29	0.27	0.87

Table 3-13.2. 西九州57自生集団の生育調査における各2変数間の相関行列

	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28	X29	X30
X1															
X2															
X3															
X4															
X5															
X6															
X7															
X8															
X9															
X10															
X11															
X12															
X13															
X14															
X15															
X16	1.00														
X17	0.22	1.00													
X18	0.33	-0.10	1.00												
X19	0.88	0.38	0.19	1.00											
X20	0.79	0.77	0.15	0.82	1.00										
X21	0.43	-0.39	0.13	0.60	0.04	1.00									
X22	0.29	-0.01	0.00	0.26	0.19	0.19	1.00								
X23	0.69	0.40	-0.06	0.68	0.70	0.23	0.15	1.00							
X24	0.03	-0.41	0.09	-0.06	-0.24	0.23	0.59	-0.15	1.00						
X25	0.19	-0.32	0.68	-0.03	-0.08	0.07	-0.25	0.03	-0.08	1.00					
X26	-0.11	0.25	0.07	-0.13	0.09	-0.36	-0.05	-0.05	0.10	0.07	1.00				
X27	0.40	0.22	-0.08	0.40	0.40	0.15	0.23	0.42	-0.02	-0.07	-0.18	1.00			
X28	0.24	-0.12	0.03	0.09	0.08	0.04	-0.09	0.00	-0.21	0.29	-0.18	0.29	1.00		
X29	0.00	0.29	-0.09	0.14	0.18	0.00	0.20	0.24	0.18	-0.33	0.08	0.29	-0.81	1.00	
X30	0.04	-0.02	0.00	-0.13	0.01	-0.25	-0.01	0.23	0.10	0.18	0.09	0.47	0.12	0.15	1.00
X31	0.05	-0.14	-0.02	-0.03	-0.05	0.02	0.05	-0.07	-0.14	0.24	-0.11	0.32	0.62	-0.44	0.18
X32	0.25	0.24	-0.29	0.39	0.31	0.28	0.00	0.38	-0.11	-0.34	-0.20	0.50	-0.17	0.46	0.06
X33	0.15	0.11	-0.03	0.16	0.17	0.05	0.27	0.02	0.15	-0.10	0.00	0.34	0.14	0.07	0.14
X34	-0.03	-0.07	-0.09	-0.11	-0.07	-0.09	-0.51	0.03	-0.34	0.23	-0.09	-0.11	0.37	-0.41	0.09
X35	-0.08	-0.32	0.28	-0.08	-0.25	0.24	0.26	-0.31	0.57	0.15	0.08	-0.24	0.03	-0.19	-0.20
X36	0.22	-0.23	0.18	0.11	0.00	0.21	0.47	0.01	0.66	0.04	0.10	0.11	-0.04	0.13	0.17
X37	-0.17	0.18	-0.27	-0.14	0.00	-0.25	-0.29	0.02	-0.40	-0.20	-0.19	-0.14	-0.05	-0.03	-0.10
X38	0.11	-0.14	0.09	0.13	-0.01	0.24	0.50	-0.03	0.58	-0.10	0.14	0.16	-0.09	0.19	0.10
X39	-0.14	-0.44	0.08	-0.29	-0.37	-0.03	0.29	-0.24	0.45	0.20	0.13	-0.30	0.10	-0.27	0.04
X40	0.18	0.34	0.00	0.26	0.33	0.02	-0.35	0.25	-0.54	-0.02	-0.11	0.30	0.10	0.08	0.06
X41	-0.14	-0.40	0.10	-0.26	-0.34	0.02	0.29	-0.29	0.47	0.09	0.09	-0.33	-0.04	-0.15	-0.08
X42	-0.29	-0.02	-0.18	-0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.21	0.10	-0.26	-0.12	0.05	-0.19	0.20	0.04
X43	0.81	0.04	0.11	0.75	0.55	0.57	0.20	0.80	-0.02	0.21	-0.25	0.45	0.19	0.06	0.19
X44	-0.67	0.51	-0.39	-0.47	-0.12	-0.69	-0.23	-0.31	-0.29	-0.41	0.23	-0.18	-0.24	0.17	-0.03
X45	0.50	0.40	-0.16	0.61	0.58	0.28	0.04	0.82	-0.30	0.00	-0.13	0.47	0.00	0.27	0.24

Table 3-13.3. 西九州57自生集団の生育調査における各2変数間の相関行列

	X31	X32	X33	X34	X35	X36	X37	X38	X39	X40	X41	X42	X43	X44	X45
X1															
X2															
X3															
X4															
X5															
X6															
X7															
X8															
X9															
X10															
X11															
X12															
X13															
X14															
X15															
X16															
X17															
X18															
X19															
X20															
X21															
X22															
X23															
X24															
X25															
X26															
X27															
X28															
X29															
X30															
X31	1.00														
X32	-0.15	1.00													
X33	0.44	0.00	1.00												
X34	0.15	0.25	-0.20	1.00											
X35	-0.07	-0.28	0.12	-0.26	1.00										
X36	-0.04	0.02	0.13	-0.12	0.31	1.00									
X37	-0.14	0.04	-0.08	-0.02	-0.24	-0.72	1.00								
X38	0.05	0.07	0.17	-0.12	0.26	0.82	-0.89	1.00							
X39	0.16	-0.55	0.14	-0.23	0.41	0.33	-0.23	0.27	1.00						
X40	0.04	0.37	-0.12	0.28	-0.45	-0.35	0.17	-0.28	-0.85	1.00					
X41	-0.06	-0.43	0.05	-0.23	0.45	0.41	-0.21	0.27	0.72	-0.89	1.00				
X42	-0.23	0.35	-0.29	0.18	-0.15	-0.10	0.08	-0.06	-0.36	0.13	-0.13	1.00			
X43	0.07	0.33	0.07	0.05	-0.21	0.09	-0.05	-0.02	-0.23	0.29	-0.26	-0.20	1.00		
X44	-0.10	-0.12	-0.05	-0.04	-0.22	-0.38	0.35	-0.24	-0.12	0.05	-0.13	0.24	-0.65	1.00	
X45	-0.05	0.43	0.00	0.07	-0.40	-0.17	0.14	-0.18	-0.46	0.47	-0.50	-0.07	0.81	-0.17	1.00

Table 3-14. 西九州57自生集団の生育調査における自生地表現型および自生地環境と各変数間の相関行列

	Y1	Y2	Y3	Z1	Z4	Z5
X1	0.39	0.15	0.30	-0.14	0.03	0.24
X2	0.06	-0.06	0.21	-0.11	-0.41	-0.15
X3	0.23	0.19	0.00	-0.02	0.46	0.31
X4	0.07	-0.12	0.15	-0.27	-0.10	-0.31
X5	0.24	0.00	0.28	-0.24	-0.17	-0.06
X6	-0.24	-0.10	-0.21	0.07	0.12	-0.15
X7	0.33	0.24	-0.01	-0.28	0.15	-0.03
X8	0.28	0.03	0.19	-0.12	-0.24	-0.13
X9	0.01	0.00	0.14	0.22	-0.28	0.33
X10	0.29	-0.08	0.40	0.15	-0.05	0.43
X11	-0.01	0.22	-0.28	0.16	-0.02	-0.05
X12	0.42	0.02	0.43	-0.11	-0.20	0.19
X13	0.27	-0.11	0.32	-0.16	-0.24	0.13
X14	0.42	0.22	0.33	-0.01	0.01	0.16
X15	0.56	0.26	0.21	-0.42	0.43	-0.10
X16	0.36	-0.02	0.31	-0.19	0.04	0.22
X17	0.48	0.42	0.01	-0.20	0.33	-0.11
X18	-0.05	-0.02	0.00	0.06	-0.43	0.14
X19	0.45	0.15	0.25	-0.23	0.23	0.10
X20	0.53	0.26	0.20	-0.25	0.23	0.07
X21	0.04	-0.10	0.17	-0.09	0.06	0.05
X22	-0.17	-0.22	-0.03	-0.17	-0.11	-0.27
X23	0.53	0.18	0.22	-0.36	0.34	-0.09
X24	-0.58	-0.39	-0.13	0.10	-0.31	-0.12
X25	-0.04	-0.18	0.12	-0.09	-0.46	0.05
X26	-0.15	-0.07	-0.12	0.04	-0.10	-0.03
X27	0.29	0.19	0.02	-0.42	0.20	-0.12
X28	0.03	-0.22	0.24	-0.23	-0.33	0.04
X29	0.13	0.30	-0.19	0.05	0.42	-0.08
X30	0.09	0.05	-0.02	-0.27	-0.02	-0.10
X31	0.03	0.00	0.02	-0.17	-0.31	-0.04
X32	0.36	0.30	-0.02	-0.25	0.65	-0.07
X33	-0.07	-0.07	-0.05	0.13	-0.35	0.05
X34	0.29	0.12	0.09	-0.18	0.18	0.04
X35	-0.55	-0.45	-0.04	0.20	-0.54	-0.08
X36	-0.29	-0.23	-0.08	0.19	-0.28	0.11
X37	0.10	0.01	0.23	0.03	0.23	0.08
X38	-0.18	-0.04	-0.27	0.01	-0.15	-0.14
X39	-0.61	-0.49	-0.04	0.24	-0.60	-0.16
X40	0.68	0.44	0.19	-0.21	0.46	0.21
X41	-0.59	-0.44	-0.08	0.23	-0.49	-0.03
X42	0.06	0.20	-0.19	-0.08	0.39	-0.10
X43	0.46	0.00	0.44	-0.34	0.19	0.07
X44	0.07	0.30	-0.21	0.07	0.18	-0.23
X45	0.63	0.24	0.36	-0.45	0.45	-0.10

3.2.3 主成分分析

西九州 57 自生集団における主成分分析の結果は、以下に示した。

- 1) 各主成分の固有値，寄与率，主成分負荷量..... Table 3-15
- 2) 各自生集団の主成分得点..... Table 3-16

分析の結果，固有値 1.0 以上を示す主成分は 11 成分得られた。各主成分において主成分負荷量が絶対値 0.6 以上の変数は以下に示した。

PC1：節間長，花房間長，地際から第一花房までの距離，開花時草丈

結実時草丈／花房数，結実時草丈，花穂長／(花房数－1)

PC2：花色(L 値)，花色(a 値)，花色(b 値)，鋸歯数

PC3：到花日数，第一花着花節位，花冠長，雌ずい長，雄ずい長／雌ずい長

PC4：葉色(b 値)，葉色(a 値)，葉色(L 値)

PC5：花房数，花穂長，開花時草丈／結実時草丈

花穂長／地際から第一花房までの距離

PC6：小花数，花房縦径，花柄幅，花房横径

PC7：葉身幅，葉身長／葉身幅

PC8：葉柄長，雄ずい長

PC9：花冠長／花冠幅，花冠幅

PC10：鋸歯の切れ込みの深さ

PC11：(なし)

これら 11 主成分における西九州 57 自生集団の主成分得点と，自生地環境との相関行列は Table 3-17 に示した。

Table 3-15.1. 西九州57集団の生育調査における各主成分の固有値，寄与率，および主成分負荷量

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6
	6.76	4.73	4.10	3.74	3.52	3.32
項目	15.03	10.51	9.10	8.31	7.83	7.39
X1 花冠長 [mm]	0.06	0.35	<u>0.72</u>	-0.16	-0.05	0.17
X2 花冠幅 [mm]	-0.01	0.10	0.47	0.11	-0.04	0.19
X3 花冠長／花冠幅 (X1／X2)	0.08	0.16	0.03	-0.23	-0.02	-0.06
X4 雄ずい長 [mm]	-0.06	0.03	0.18	0.02	0.05	0.15
X5 雌ずい長 [mm]	-0.14	0.31	<u>0.69</u>	-0.05	-0.11	0.15
X6 雄ずい長／雌ずい長 (X4／X5)	0.13	-0.35	<u>-0.66</u>	0.08	0.18	-0.05
X7 がく長 [mm]	0.03	0.41	0.42	0.02	0.23	0.02
X8 花柄長 [mm]	0.39	-0.13	0.03	0.03	0.12	0.31
X9 花柄幅 [mm]	-0.28	0.17	0.12	-0.01	0.08	<u>0.65</u>
X10 小花数	0.25	0.07	-0.03	0.04	-0.24	<u>0.82</u>
X11 花房数	-0.19	0.03	-0.12	0.01	<u>0.92</u>	-0.04
X12 花房縦径 [mm]	0.31	0.10	0.34	-0.02	-0.10	<u>0.80</u>
X13 花房横径 [mm]	0.21	0.11	0.45	0.14	-0.13	<u>0.62</u>
X14 花房縦径／花房横径 (X12／X13)	0.33	0.04	-0.02	-0.27	0.02	0.57
X15 花房間長 [mm]	<u>0.91</u>	0.19	-0.12	-0.11	-0.05	-0.01
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	<u>0.86</u>	-0.02	0.17	0.18	-0.09	0.22
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	0.43	0.33	-0.13	-0.15	<u>0.77</u>	0.02
X18 第一花着花節位	0.09	-0.20	<u>0.80</u>	0.15	0.05	0.09
X19 開花時草丈 [mm]	<u>0.83</u>	0.18	0.01	0.16	-0.07	0.23
X20 結実時草丈 [mm]	<u>0.83</u>	0.19	0.03	0.03	0.42	0.16
X21 開花時草丈／結実時草丈 (X19／X20)	0.32	0.06	-0.01	0.25	<u>-0.73</u>	0.20
X22 株幅 [mm]	0.32	-0.28	-0.23	0.36	-0.08	-0.35
X23 節間長 [mm]	<u>0.91</u>	0.11	-0.06	-0.03	-0.05	0.03
X24 着花側枝数	-0.09	-0.42	-0.12	0.55	-0.28	-0.30
X25 到花日数 [日]	0.06	-0.24	<u>0.85</u>	0.01	-0.15	0.05
X26 開花期間 [日]	-0.03	-0.16	0.13	0.24	0.55	-0.06
X27 葉身長 [mm]	0.38	0.40	-0.02	0.16	-0.10	0.05
X28 葉身幅 [mm]	0.09	-0.02	0.14	-0.04	-0.08	0.19
X29 葉身長／葉身幅 (X27／X28)	0.12	0.27	-0.15	0.14	0.06	-0.11
X30 葉柄長 [mm]	0.11	0.00	0.15	0.10	-0.01	-0.13
X31 葉柄幅 [mm]	-0.06	0.00	0.13	0.01	-0.09	0.11
X32 鋸歯数	0.29	<u>0.68</u>	-0.24	0.16	-0.17	-0.09
X33 鋸歯の切れ込みの深さ [mm]	0.07	-0.12	-0.07	0.11	0.07	0.13
X34 葉の先端部の角度 [°]	-0.07	0.33	0.15	0.02	-0.04	0.04
X35 茎と葉柄の角度 [°]	-0.18	-0.47	0.05	0.26	-0.16	-0.13
X36 葉色 [L値]	0.05	-0.23	0.02	<u>0.87</u>	-0.09	0.00
X37 葉色 [a値]	-0.01	0.05	-0.13	<u>-0.90</u>	0.02	-0.07
X38 葉色 [b値]	0.00	-0.08	-0.12	<u>0.93</u>	-0.01	-0.06
X39 花色 [L値]	-0.17	<u>-0.86</u>	-0.05	0.18	-0.07	-0.06
X40 花色 [a値]	0.17	<u>0.81</u>	0.17	-0.20	0.04	0.22
X41 花色 [b値]	-0.21	<u>-0.79</u>	-0.08	0.24	-0.08	-0.06
X42 茎径 [mm]	-0.30	0.41	-0.17	0.03	-0.07	-0.25
X43 結実時草丈／花房数 (X20／X11)	<u>0.83</u>	0.13	0.14	0.02	-0.45	0.13
X44 花穂長／地際から第一花房までの距離 (X17／X16)	-0.43	0.18	-0.27	-0.33	<u>0.63</u>	-0.16
X45 花穂長／(花房数-1) {X17／(X11-1)}	<u>0.76</u>	0.39	0.01	-0.19	-0.18	0.02

因子抽出法: 主成分分析, 回転法: Kaiser の正規化を伴うバリマックス法, 21 回の反復で回転が収束

Table 3-15.2. 西九州57自生集団の生育調査における各主成分の固有値、寄与率、および主成分負荷量

項目	PC 7	PC 8	PC 9	PC 10	PC 11
	2.93	2.41	2.27	2.02	1.46
	6.52	5.35	5.05	4.48	3.25
X1 花冠長 [mm]	0.17	0.24	-0.20	-0.04	0.10
X2 花冠幅 [mm]	0.22	0.18	<u>0.71</u>	0.13	0.01
X3 花冠長/花冠幅 (X1/X2)	-0.10	0.02	<u>-0.87</u>	-0.14	0.07
X4 雄ずい長 [mm]	0.02	<u>0.60</u>	0.47	-0.22	0.29
X5 雌ずい長 [mm]	0.14	0.32	0.26	0.04	-0.15
X6 雄ずい長/雌ずい長 (X4/X5)	-0.14	0.10	0.04	-0.24	0.42
X7 がく長 [mm]	0.19	0.24	0.11	-0.08	-0.05
X8 花柄長 [mm]	-0.25	0.33	0.27	0.20	-0.25
X9 花柄幅 [mm]	0.39	-0.05	0.05	0.14	0.28
X10 小花数	0.13	-0.13	-0.16	0.13	-0.08
X11 花房数	-0.03	-0.16	-0.02	0.04	0.17
X12 花房縦径 [mm]	0.13	0.13	0.23	0.05	-0.06
X13 花房横径 [mm]	0.21	0.25	0.12	0.03	-0.14
X14 花房縦径/花房横径 (X12/X13)	-0.10	-0.14	0.25	0.01	0.07
X15 花房間長 [mm]	-0.05	0.12	-0.02	-0.03	-0.19
X16 地際から第一花房までの距離 [mm]	0.10	-0.10	-0.05	0.08	0.27
X17 花穂長 (X20-X16) [mm]	-0.12	-0.04	-0.03	0.11	0.00
X18 第一花着花節位	-0.13	-0.22	0.12	-0.06	0.29
X19 開花時草丈 [mm]	-0.04	-0.27	-0.04	0.10	0.18
X20 結実時草丈 [mm]	-0.01	-0.09	-0.05	0.12	0.18
X21 開花時草丈/結実時草丈 (X19/X20)	-0.07	-0.36	0.00	0.03	0.04
X22 株幅 [mm]	-0.18	-0.04	0.31	0.29	0.24
X23 節間長 [mm]	-0.06	0.21	0.01	-0.06	-0.16
X24 着花側枝数	-0.26	0.02	0.10	0.08	0.23
X25 到花日数 [日]	0.19	0.08	0.04	-0.09	-0.12
X26 開花期間 [日]	-0.15	0.04	0.07	-0.15	-0.38
X27 葉身長 [mm]	0.02	0.41	0.15	0.50	0.22
X28 葉身幅 [mm]	<u>0.88</u>	0.07	0.17	0.20	0.11
X29 葉身長/葉身幅 (X27/X28)	<u>-0.85</u>	0.17	-0.10	0.11	0.02
X30 葉柄長 [mm]	0.00	<u>0.78</u>	-0.01	0.20	-0.04
X31 葉柄幅 [mm]	0.57	0.13	0.18	0.59	-0.11
X32 鋸齒数	-0.12	0.09	-0.18	0.03	0.13
X33 鋸齒の切れ込みの深さ [mm]	-0.03	0.05	0.06	<u>0.83</u>	-0.02
X34 葉の先端部の角度 [°]	0.58	0.17	-0.27	-0.32	-0.17
X35 茎と葉柄の角度 [°]	-0.05	-0.43	0.21	0.05	0.15
X36 葉色 [L値]	-0.07	0.06	0.00	0.07	0.05
X37 葉色 [a値]	-0.06	0.00	-0.13	0.02	0.07
X38 葉色 [b値]	-0.07	0.00	0.11	0.09	-0.02
X39 花色 [L値]	0.12	0.06	0.04	0.10	-0.09
X40 花色 [a値]	0.03	-0.02	0.04	-0.06	-0.03
X41 花色 [b値]	-0.01	0.01	-0.01	-0.05	0.06
X42 茎径 [mm]	-0.11	0.26	-0.14	-0.30	0.41
X43 結実時草丈/花房数 (X20/X11)	0.04	0.10	0.00	0.04	-0.01
X44 花穂長/地際から第一花房までの距離 (X17/X16)	-0.13	0.12	0.03	0.02	-0.15
X45 花穂長/(花房数-1) {X17/(X11-1)}	-0.11	0.20	-0.01	0.02	-0.24

Table 3-16.1. 西九州57自生集団の生育調査における主成分得点および表現型グループ

集団番号	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	グループ
C3	1.01	1.30	0.36	-0.33	-0.84	-0.76	-1.20	-0.72	0.86	-0.80	0.77	J
C7	-0.67	1.27	2.25	0.74	-0.44	-1.13	-0.01	1.41	-0.83	-1.37	-0.57	I
C8	0.30	1.96	1.40	0.19	0.48	0.87	-1.01	0.39	0.95	0.07	0.03	J
C9	-1.02	2.22	-1.95	-0.43	0.18	0.59	0.80	0.41	0.86	0.62	-0.41	I
C11	-0.82	0.28	-0.68	0.65	-1.43	1.93	0.84	1.32	-2.28	-0.35	-0.19	I
C13	0.52	1.60	-0.20	0.87	-0.28	0.88	-0.03	-0.21	-0.73	0.49	-0.10	J
C26	1.11	0.91	-0.30	-0.68	-0.40	1.36	-0.75	0.51	0.70	-0.29	0.96	J
C33	1.67	0.46	-1.35	0.42	0.87	-1.11	1.40	-0.94	-1.82	0.52	1.43	J
C36	-0.08	1.91	-0.93	1.07	2.50	0.72	0.24	-1.16	1.17	0.23	-0.76	I
C44	1.34	0.29	-0.54	-0.84	0.40	-0.90	0.14	-0.65	-1.55	0.49	0.67	J
C47	-0.85	2.00	0.56	0.76	0.14	-0.76	-0.07	-1.04	-0.52	-0.64	-0.12	I
C49	-0.94	1.42	-0.07	-0.69	-1.14	-0.86	0.20	-0.30	-0.42	0.51	0.95	I
C52	1.62	-0.15	-0.94	-1.38	0.77	-0.73	0.28	3.59	-0.41	-0.95	-0.63	J
C53	1.39	1.24	-0.58	0.60	0.23	1.10	2.35	-0.28	-0.18	-0.72	-1.12	J
C57	1.67	0.27	-0.44	0.06	1.43	-0.48	-0.86	-0.54	-0.97	0.27	0.16	J
C59	-0.25	0.65	-0.12	-2.78	0.16	-0.18	-2.20	-0.25	-1.11	1.11	0.15	J
C60	0.62	0.07	-0.44	-1.78	-0.13	0.15	-0.39	-1.29	-0.57	-0.89	0.81	J
C63	1.25	0.33	0.05	-1.26	-1.32	0.12	0.77	0.12	-0.44	-0.69	-1.28	J
C66	1.46	0.93	0.21	-0.27	-0.64	-0.45	-0.66	0.46	0.15	-1.76	-1.06	J
C67	0.65	0.66	-0.93	-1.57	0.09	0.50	-1.33	0.39	-0.93	-0.42	-0.79	J
C73	-0.46	-1.37	-1.03	1.48	-0.30	1.50	-1.88	-1.37	-0.65	-0.02	-1.23	H
C74	2.16	-2.55	-1.15	1.67	0.06	1.15	-0.44	1.14	-1.19	-0.06	0.14	H
C75	-2.24	-1.11	-0.23	-2.86	0.97	-1.09	1.35	0.56	0.25	-1.21	0.20	F
C76	-0.59	0.57	0.40	0.52	-0.88	-0.89	0.14	-0.42	0.15	-0.83	1.68	I
C77	-0.26	-0.49	0.29	0.20	0.07	-0.35	-0.61	-1.49	0.38	-0.49	1.02	F
C78	-0.92	-0.94	-0.56	1.02	-0.49	-1.37	1.78	-0.16	-1.00	-1.17	1.34	F
C79	-1.11	-0.32	-0.74	0.49	0.12	-0.20	-1.18	1.33	-0.43	0.10	1.13	F
C80	-0.67	0.38	-0.24	1.64	0.17	-0.85	-0.28	-0.10	-0.57	-0.48	0.55	F
C81	-0.31	0.37	0.68	1.25	-0.40	-0.13	0.37	0.61	-0.03	-0.15	0.70	H

Table 3-16.2. 西九州57自生集団の生育調査における主成分得点および表現型グループ

集団番号	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	グループ
C82	-1.75	0.20	-0.69	1.63	1.85	-0.07	-1.03	0.15	-1.27	0.29	-1.29	F
C83	0.75	-0.70	1.16	0.97	0.37	0.23	-0.13	0.87	1.55	-0.43	0.67	H
C84	-1.10	-0.64	0.81	-0.30	-0.40	0.26	0.49	-1.09	-0.20	1.07	-1.04	H
C85	-1.40	-0.18	-1.03	-1.24	-0.35	0.36	-0.39	-0.90	-0.54	0.84	0.91	F
C86	-0.26	-0.28	-0.25	0.86	-0.21	-0.21	-0.58	-0.69	0.32	0.54	-0.57	F
C87	1.01	-1.09	-0.24	-0.49	-0.24	0.61	-1.41	-1.18	0.40	0.90	-1.07	H
C88	-0.97	-0.52	-0.43	0.19	-0.02	0.34	-1.24	0.45	-0.16	-0.98	0.75	F
C89	0.30	-1.00	0.93	-0.56	1.39	-0.20	0.27	-0.15	0.26	0.31	-2.37	H
C90	-0.39	0.48	0.02	0.86	0.66	-1.16	-0.32	2.69	1.30	2.97	-0.65	I
C91	1.09	-1.27	-1.05	-0.31	2.44	-0.69	1.29	-0.90	2.14	-0.25	0.45	F
C92	-0.07	-1.24	0.99	-0.12	-1.29	-0.94	-0.31	-1.14	1.03	-1.14	-0.95	H
C93	-0.40	0.26	-0.39	-0.06	-0.82	-0.26	0.46	-0.50	1.44	0.86	-2.37	H
C94	0.52	-0.90	0.77	-0.24	-1.37	0.35	-0.77	1.35	1.10	2.14	2.13	H
C95	-0.83	0.06	-0.33	0.64	0.02	-1.07	-0.52	0.51	0.52	0.97	-0.28	F
C96	-1.53	-2.00	-0.64	-0.37	-0.06	0.77	0.25	0.92	-0.79	-0.98	-1.63	F
C97	0.30	-1.03	1.72	0.62	1.54	0.16	-1.25	-1.23	-0.27	-0.40	1.18	F
C98	0.53	-0.27	1.72	0.88	-1.42	-1.48	-0.21	0.63	-1.30	0.74	-0.68	H
C99	1.49	-0.95	-0.36	0.61	-1.19	-1.45	1.85	-0.78	0.01	1.74	0.34	H
C100	-0.52	-0.28	-0.20	-0.07	-1.94	-1.14	0.52	-1.63	0.25	0.96	-1.59	H
C101	0.67	-0.38	-0.21	-0.44	-1.27	-0.95	0.92	0.44	1.24	-0.47	-0.57	H
C102	0.30	-0.34	-0.07	0.96	0.05	-0.08	-0.94	0.63	2.30	-1.65	0.05	H
C103	-0.54	-0.13	1.30	0.55	0.72	1.76	2.09	-0.27	-0.58	-1.31	0.29	G
C104	0.12	-0.03	2.64	-0.85	0.65	1.34	0.41	-0.37	0.56	-0.85	0.02	G
C105	-0.19	0.30	0.29	-0.44	-1.22	3.47	1.64	0.15	1.06	1.40	0.87	G
C106	-0.19	-0.71	0.95	-0.12	0.25	1.16	0.73	-0.23	-0.30	1.64	1.06	H
C107	-0.44	-0.55	2.57	-1.40	2.25	-0.13	0.70	0.50	-1.33	1.47	-0.01	G
C108	-1.43	-0.29	-1.72	-0.01	0.73	-0.66	0.56	0.43	1.66	-0.20	1.26	F
C109	-0.67	-0.68	-1.04	-0.50	-1.07	1.06	-0.85	0.02	0.75	-1.27	0.66	F

Table 3-17. 西九州57自生集団の生育調査における
自生地環境と主成分間の相関行列

	Z1	Z4	Z5
PC1	-0.38	0.24	-0.04
PC2	-0.25	0.63	0.01
PC3	-0.06	-0.34	0.15
PC4	0.04	-0.13	-0.01
PC5	0.05	-0.02	-0.04
PC6	0.26	-0.19	0.38
PC7	-0.20	-0.15	0.01
PC8	-0.28	0.07	-0.20
PC9	-0.18	-0.28	-0.43
PC10	0.05	-0.27	0.06
PC11	0.01	-0.01	0.09

3.2.4 クラスタ分析

西九州 57 自生集団の 45 変数の集団平均におけるクラスタ分析結果は、Fig. 3-8 に示した。デンドログラムから 57 集団を F から J グループの 5 グループに分類した。各集団のグループは Table 3-16 に示した。分類されたグループにより識別した西九州における自生集団の地理的分布は、Fig. 3-9 に示した。I グループの 2 集団を除き、F グループと H グループは長崎本土および五島列島の集団に、G グループは甕島列島の集団に、I グループと J グループは対馬の集団において確認された。

3.2.5 有意差検定

クラスタ分析により分類された 5 グループ間における、11 主成分および自生地環境の有意差検定の結果は Table 3-18 に示した。これらのグループ間で 5%水準の有意差が生じた変数は、PC 1~PC 3, PC 6, PC 7, 緯度および経度だった。また、5 グループ間における 45 変数および自生個体の表現型の有意差検定の結果は Table 3-19 に示した。計測項目のうち、雄ずい長、葉柄長を除く 43 変数において、各グループ間で有意差が示された。

HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS

Dendrogram using Ward Method

Rescaled Distance Cluster Combine

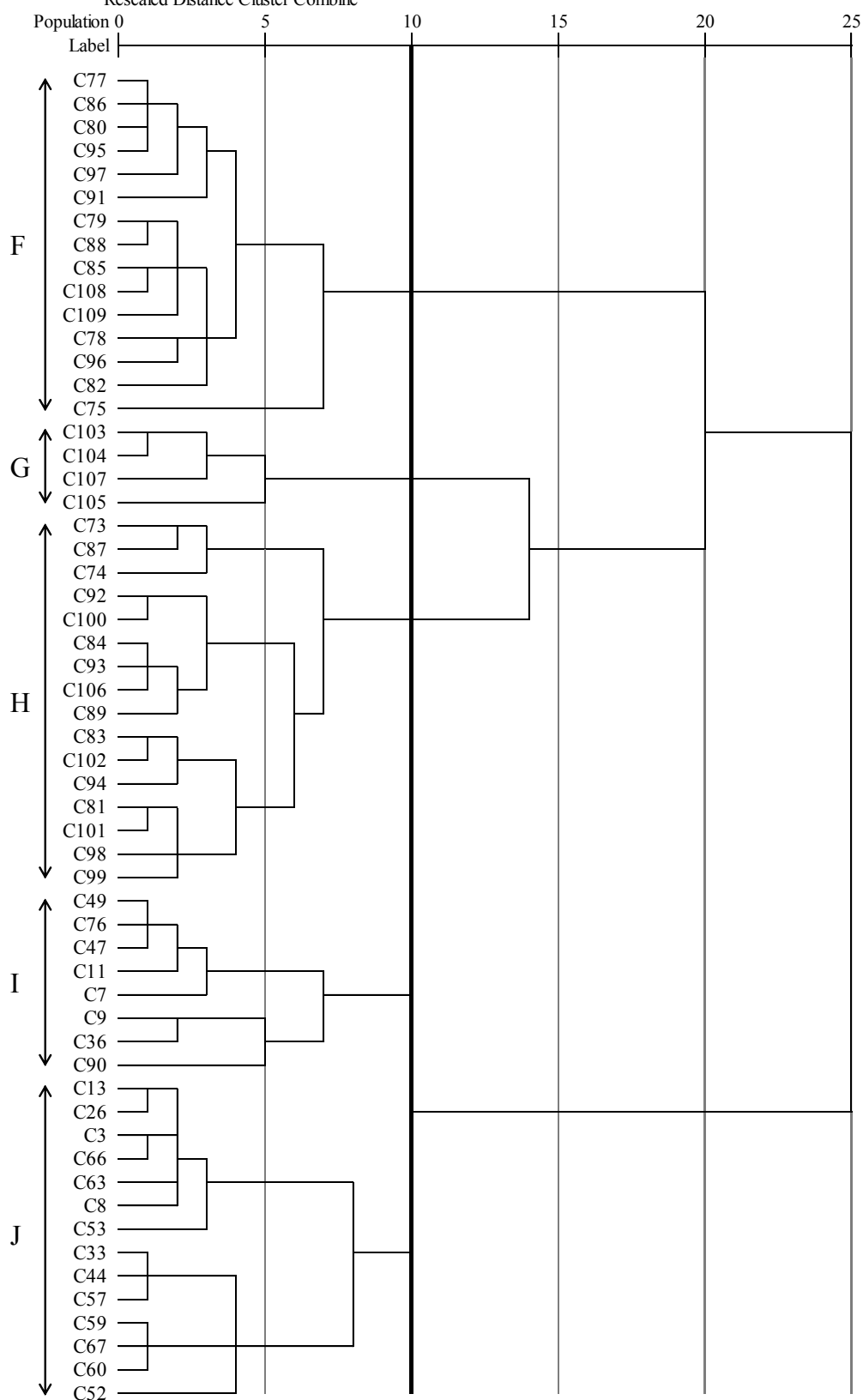


Fig. 3-8. 西九州 57 自生集団の 45 変数の集団平均におけるクラスター分析のデンドログラム

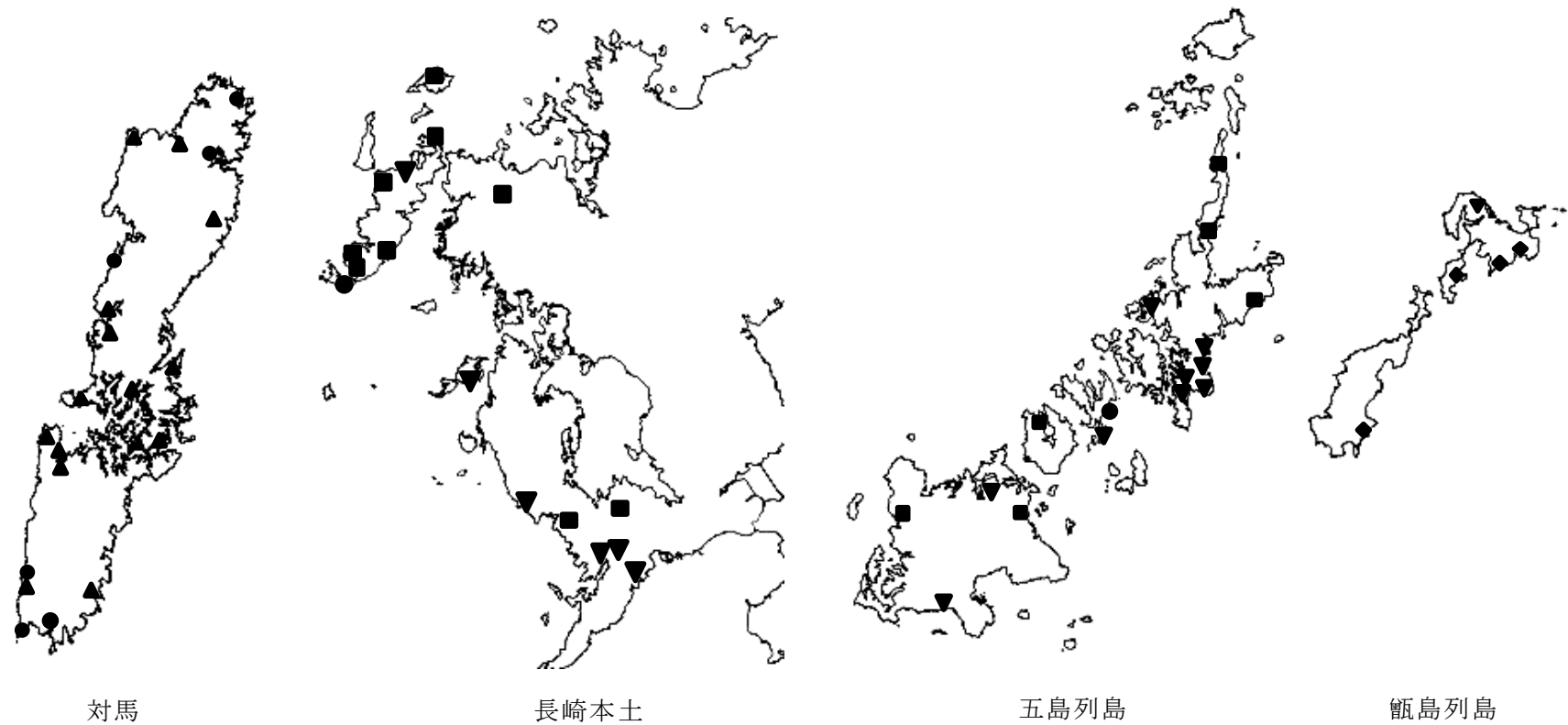


Fig. 3-9. 各グループにより識別した西九州自生集団の地理的分布
(■ : F ◆ : G ▼ : H ● : I ▲ : J)

Table 3-18. 西九州57自生集団の生育調査における5グループ間の分散分析の結果

各分類群の平均値						
分類	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
F	-0.84 a	-0.57 a	-0.46 a	0.13 a	0.38 a	-0.26 a
G	-0.26 a b	-0.10 a b	1.70 b	-0.53 a	0.60 a	1.61 b
H	0.29 b c	-0.74 a	0.27 a	0.34 a	-0.53 a	-0.09 a
I	-0.67 a b	1.27 c	-0.05 a	0.43 a	-0.05 a	-0.19 a
J	1.03 c	0.75 b c	-0.27 a	-0.63 a	0.06 a	0.02 a

各分類群の平均値					
分類	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11
F	-0.18 a	-0.07 a	0.07 a	-0.31 a	0.38 a
G	1.21 b	0.00 a	-0.07 a	0.18 a	0.29 a
H	-0.03 a	-0.15 a	0.37 a	0.40 a	-0.42 a
I	0.23 a b	0.36 a	-0.07 a	0.14 a	-0.01 a
J	-0.25 a	0.04 a	-0.43 a	-0.26 a	0.00 a

各分類群の平均値			
分類	Z1	Z4	Z5
F	125.4 a	328869.6 c	1291131 a
G	133.0 a	314610.8 a	1295018 b
H	82.6 a	325056.3 b	1291149 a
I	58.5 a	338654.9 d	1291071 a
J	39.6 a	342287.0 d	1291773 a

※各項目において同一アルファベット間に5%水準の有意差なし

Table 3-19. 西九州57自生集団の生育調査における5グループ間の各変数の分散分析結果

各分類群の各項目の平均値													
分類	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	
F	8.8 a	7.4 ab	1.2 ab	7.7 a	10.3 a	0.8 c	4.1 a	7.6 a	1.5 a	60.0 a	9.5 c	40.3 a	
G	10.5 c	8.7 d	1.2 ab	7.8 a	12.2 b	0.6 a	4.4 c	9.3 b	1.7 b	87.9 c	9.1 bc	51.8 c	
H	9.2 ab	7.9 c	1.2 a	7.6 a	10.9 b	0.7 b	4.0 a	9.1 b	1.5 a	70.4 b	7.5 a	44.3 b	
I	9.5 b	7.7 bc	1.3 b	7.7 a	11.1 b	0.7 b	4.5 c	8.4 ab	1.5 a	65.7 ab	8.7 bc	43.0 b	
J	9.5 b	7.3 a	1.3 c	7.5 a	10.6 ab	0.7 b	4.3 b	8.7 b	1.5 a	75.0 bc	8.4 b	44.6 b	

各分類群の各項目の平均値													
分類	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	
F	37.1 a	1.1 a	27.7 a	202.0 a	236.7 b	15.9 a	327.2 a	438.7 a	0.8 a	321.2 bc	26.0 a	8.5 c	
G	44.7 c	1.2 b	29.6 ab	264.8 b	254.7 abc	18.5 c	379.9 bc	519.5 c	0.7 ab	229.9 a	29.4 b	4.4 a	
H	39.4 b	1.1 b	36.3 c	262.3 b	215.3 a	17.0 b	411.6 c	477.6 b	0.9 d	341.3 c	35.3 c	8.8 c	
I	38.7 ab	1.1 ab	31.3 b	208.0 a	251.0 b	15.9 a	361.9 b	459.0 ab	0.8 bc	302.1 b	29.5 b	6.3 b	
J	39.0 b	1.1 b	44.9 d	279.1 b	292.4 c	15.7 a	471.0 d	571.5 d	0.8 cd	297.2 b	42.2 d	5.3 a	

各分類群の各項目の平均値													
分類	X25	X26	X27	X28	X29	X30	X31	X32	X33	X34	X35	X36	
F	165.7 a	93.2 b	61.0 a	32.7 a	1.9 b	18.4 a	2.2 a	16.1 b	2.3 a	59.3 a	78.1 b	37.5 bc	
G	181.1 c	79.8 ab	62.9 ab	42.2 c	1.5 a	19.4 a	2.3 ab	14.6 a	2.5 ab	68.0 c	74.0 b	37.0 ab	
H	173.2 b	80.3 ab	63.8 abc	34.5 b	1.9 b	19.8 a	2.3 b	16.0 b	2.5 b	60.3 a	78.1 b	38.2 c	
I	164.8 a	78.7 ab	65.8 bc	34.4 b	1.9 b	20.2 a	2.3 b	19.1 c	2.4 ab	64.7 b	68.5 a	37.5 bc	
J	165.8 a	75.3 a	66.2 c	32.9 a	2.0 c	19.2 a	2.2 a	19.5 c	2.2 a	62.6 ab	67.0 a	36.2 a	

各分類群の各項目の平均値													
分類	X37	X38	X39	X40	X41	X42	X43	X44	X45	Y1	Y2	Y3	
F	-7.9 bc	16.6 b	57.4 c	7.2 a	-17.1 b	8.2 c	47.9 a	1.3 c	28.0 a	34.9 a	3.6 b	10.7 a	
G	-7.7 ab	14.6 a	53.0 b	10.1 b	-20.6 a	7.6 ab	60.0 c	1.0 ab	31.8 b	51.4 bc	2.8 a	20.8 c	
H	-8.3 bc	17.5 b	57.8 c	7.8 a	-17.8 b	7.4 a	66.0 d	0.9 a	33.7 b	44.2 b	4.0 b	13.9 bc	
I	-8.2 b	17.5 b	50.5 ab	10.5 bc	-22.8 a	8.5 c	55.1 b	1.3 bc	33.0 b	54.4 c	5.5 c	10.9 ab	
J	-7.4 a	14.9 a	49.4 a	10.2 c	-22.8 a	8.1 bc	70.7 d	1.1 bc	40.3 c	66.7 d	5.1 c	14.4 c	

※各項目において同一アルファベット間に5%水準の有意差なし

3.3 考察

3.3.1 対馬集団の生育調査結果との比較

西九州 57 自生集団における生育調査の結果，対馬の 72 自生集団における生育調査の結果と同様に，各自生集団で異なる表現型が確認された．対馬集団と同様に，各変数および各主成分と自生地環境との相関分析の結果(Table 3-14, 3-17)，高い相関が示されなかったことから，各集団の表現型は各自生環境において独自に分化したと考えられた．

3.3.2 表現型による自生集団のグループ分類

クラスター分析により，主成分に基づいた表現型の違いにより各集団を分類した 5 グループ間では，それぞれ異なる表現型が示された(Fig. 3-10, Table 3-18, 3-19)．F グループでは，開花期間が長く，草丈が低く，花房あたりの小花数が少ないのに対し，花房が密につき，花色が淡い傾向がみられた．G グループでは，開花が遅く，花器および花房が大きく葉が幅広いのに対し，鋸歯が少ない傾向がみられた．H グループでは，開花がやや遅く，花房数が少ないのに対し，着花側枝数が多く，花色が淡い傾向がみられた．I グループでは，草丈が低く，花色が濃い傾向がみられた．J グループでは，開花期間が短く，草丈が高く，葉色および花色が濃い傾向がみられた．

I グループおよび J グループは，2 集団を除き対馬に分布する集団であり，これらのグループ間では PC 1 において有意差を示された(Table 3-18)．また，F グループおよび H グループは，長崎本土と五島列島に分布する集団であり，これらのグループ間では PC 1 および到花日数において有意差が示された．このことから，対馬以外においても同地域内で多様な表現型変異を示すことが明らかになった．さらに，対馬に分布する I グループおよび J グループではみられない花色や草姿が他グループにおいてみられたことから，国内全域では対馬島内よりも多様な表現型を示すことが明らかになった(Fig. 3-11, 3-12)．表現型のグループのなかで，甌島列島に分布する G グループは他グループに比べ，花器や花房が非常に大きく，幅広い大きな葉を有する特徴的な表現型を有していることが明らかとな



Fグループ
C75

Gグループ
C103

Hグループ
C98

Iグループ
C11

Jグループ
C26

Fig. 3-10. 西九州自生集団における各グループの栽培個体の草姿
(下段：集団番号)



Fig. 3-11. 淡い花色を示す H グループ(C74)



Fig. 3-12. 濃い花色を示す J グループ(C57)

り (Table 3-18, 3-19), 重要な植物資源となる地域個体群であると考えられた。

3.3.3 まとめ

西九州全体におけるダンギク自生集団は、対馬島内よりも多様な表現型を有することが明らかになった。一方で、対馬同様、それらの表現型と自生地環境の相関関係は示されなかったことから、各自生環境において独自に分化することにより、多様な表現型を獲得したと推察された。

本章における生育調査により、国内におけるダンギクの表現型の多様性を確認した。次章では、遺伝子を指標として、ダンギク国内自生集団における遺伝的多様性を明らかにするとともに、遺伝構造と地史を照らし合わせることにより、西九州における分布の変遷史を推察した。

第 IV 章 ダンギク自生集団の遺伝的多様性および西九州における分布の変遷史

1. 緒言

本章では、第 II 章で確認された日本におけるダンギク全 109 自生集団の遺伝的多様性を把握するため、各自生集団の遺伝子解析をおこなった。また、西九州における遺伝構造を明らかにすることにより、ダンギク自生集団の西九州における分布の変遷史を推察した。モデル植物と異なり、ダンギクの遺伝子情報はほとんど蓄積されていないため、非モデル植物にも適応できる遺伝子解析法として、ユニバーサルプライマーを利用した遺伝子間領域におけるシーケンス解析をおこなった。

2. 材料および方法

2.1 供試材料

DNA 抽出用のサンプルとして、ダンギク 109 自生集団の採集種子を播種し、第 III 章の方法にしたがって、各集団 20 個体を目標に栽培した実生苗を供試材料とした。各個体は 2.5 号ポットで管理し、新鮮な若葉数枚を DNA 抽出用のサンプルとして採取した。各サンプルは DNA 抽出まで -80°C で保管した。葉緑体 DNA 領域の解析用には各集団から 1 ~2 サンプルを供試し、核 DNA 領域の解析用には各集団から 10 個体を等濃度に調整した各サンプルを、等量混合したバルクサンプルを作製して供試した。

2.2 調査領域

葉緑体 DNA の解析領域として、*Caryopteris incana* において Genbank に登録された DNA 配列から、属および種以下の系統解析に有効だと考えられる 3 領域；*matK* (Hilu and Liang, 1997; Shi *et al.*, 2003), *trnL-trnF* (Taberlet *et al.*, 1991; Drew and Sytsma, 2011), *rpl32-trnL* (Shaw *et al.*, 2007; Drew and Sytsma, 2012) を選択した。Genbank 登録配列の accession number は Table 4-1 に示した。さらに Shaw *et al.* (2005; 2007)により報告された、近縁種間または種内における系統解析に有効な葉緑体遺伝子間領域のうち、8 領域；*trnQ-rps16*, *atpI-atpH*, *ndhF-rpl32*, *petL-psbE*, *psbD-trnT*, *psbJ-petA*, *rps16-trnK*, *trnV-ndhC* を選択した。合計 11 領域の葉緑体遺伝子領域について、いくつかの異なる集団の DNA サンプルを用いて予備調査をおこない、集団間において各調査領域の配列を比較した。その後、集団間において配列変異が確認された領域について、全 109 集団のサンプルを解析した。核 DNA のシーケンス解析として、*C. incana* において Genbank に登録された Internal Transcribed Spacers (以下、ITS)領域を利用した(Steane *et al.*, 1999; Huang *et al.*, 2008)。

Table 4-1. Primer names and sequences for the amplification and cycle sequencing of chloroplast and nuclear DNA.

region	primer name	primer sequence ^a	references
<i>matK</i>	MG1	5'-CTACTGCAGAACTAGTCGGATGGAGTAGAT-3'	Hilu <i>et al.</i> , 1997
(AF315295)	MG15	5'-ATCTGGGTTGCTAACTCAATG-3'	Hilu <i>et al.</i> , 1997
<i>trnL-trnF</i>	c	5'-CGAAATCGGTAGACGCTACG-3'	Taberlet <i>et al.</i> , 1991
(JF301359)	f	5'-ATTTGAACTGGTGACACGAG-3'	Taberlet <i>et al.</i> , 1991
<i>rpl32-trnL</i>	rpL32-F	5'-CAGTTCCAAAAAACGTACTTC-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
(JQ669280)	trnL ^(UAG)	5'-CTGCTTCCTAAGAGCAGCGT-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
<i>trnQ-rps16</i>	trnQ ^(UUG)	5'-GCGTGGCCAAGYGGTAAGGC-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
	rpS16x1	5'-GTTGCTTTYTACCACATCGTTT-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
<i>atpI-atpH</i>	atpI	5'-TATTTACAAGYGGTATTCAAGCT-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
	atpH	5'-CCAAYCCAGCAGCAATAA C-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
<i>ndhF-rpl32</i>	ndhF	5'-GAAAGGTATKATCCAYGMATATT-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
	rpL32-R	5'-CCAATATCCCTTYTTTTCCAA-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
<i>petL-psbE</i>	petL	5'-AGTAGAAAACCGAAATAACTAGTTA-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
	psbE	5'-TATCGAATACTGGTAATAATATCAGC-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
<i>psbD-trnT</i>	psbD	5'-CTCCGTARCCAGTCATCCATA-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
	trnT ^(GGU) -R	5'-CCCTTTTAACTCAGTGGTAG-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
<i>psbJ-petA</i>	psbJ	5'-ATAGGTACTGTARCYGGTATT-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
	petA	5'-AACARTTYGARAAGGTTCAATT-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
<i>rps16-trnK</i>	rpS16x2F2	5'-AAAGTGGGTTTTTATGATCC-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
	trnK ^(UUU) x1	5'-TTAAAAGCCGAGTACTCTACC-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
<i>trnV-ndhC</i>	trnV ^(UAC) x2	5'-GTCTACGGTTCGARTCCGTA-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
	ndhC	5'-TATTATTAGAAATGYCCARAAAATATCATATTC-3'	Shaw <i>et al.</i> , 2007
ITS	ITS1	5'-GTCCACTGAACCTTATCATTTAG-3'	White <i>et al.</i> , 1990
(EF508064)	ITS4	5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'	White <i>et al.</i> , 1990

^a K = G or T, R = A or G, Y = C or T
(Genbank accession numbers)

2.3 DNA 抽出および調整

全 DNA の抽出は CTAB 法を改良した手法を利用した(Doyle and Doyle, 1987; Lassner *et al.*, 1989). 抽出した DNA は, 核酸蛋白質分光光度計 BioSpec-mini (島津製作所)を用いて 100 ng/ μ l に濃度調整した.

1) 試薬の調整

実験には以下の試薬を用いた.

・ 抽出バッファ (pH 7.5).....	100 ml
0.35 M D-Sorbitol.....	6.37 g
0.1 M Tris.....	10 ml
(2-Amino-20-hydroxymethyl-1,3-propanediol)	
0.05 M EDTA	1.0 ml
10 mM 2-Mercaptoethanol	70 μ l
・ リシスバッファ (pH 7.5).....	100 ml
0.2 M Tris.....	20 ml
0.05 M EDTA	10 ml
2.0 M NaCl.....	11.7 g
2 % CTAB	2.0 g
・ 5 % サルコシル.....	100 ml
N-Lauroylsarcosine ナトリウム塩.....	5.0 g
・ クロロホルム・イソアミルアルコール	100 ml
Chloroform.....	96 ml
Isoamyl alcohol	4 ml

・ イソプロピルアルコール(100% 2-Propanol)

・ 70% エタノール(ethanol)

・ TE (pH 8.0)100 ml
1.0 M Tris 1.0 ml
0.5 M EDTA 0.2 ml

2) 実験手順

供試材料のサンプル葉から以下の方法により DNA 抽出をおこなった.

- (1) 2.0 ml チューブにサンプル葉 0.2~0.3 g とジルコニアボールを 8 球程度入れ, 液体窒素で急凍した.
- (2) Micro Smach MS-100 (トミー精工)にチューブをセットし, 4,500 rpm, 10-30 sec.で粉砕した.
- (3) チューブに 1,500 μ l の抽出バッファを加え, 12,000 rpm, 4 $^{\circ}$ C, 10~15 min. の条件で遠心分離した.
- (4) 上澄から粘性がなくなるまで 2)~3)を繰り返した.
- (5) 上澄を捨て, 300 μ l の抽出バッファと 300 μ l のリシスバッファを加え, 懸濁した.
- (6) 120 μ l の 5 %サルコシルを加え, 65 $^{\circ}$ C, 20 min. の条件で incubate した(10 min. 経過後に 1 度転倒混合).
- (7) 600 μ l のクロロホルム・イソアミルアルコールを加え, 10 min. 穏やかに攪拌した.
- (8) 15,000 rpm, 20 $^{\circ}$ C, 5 min. の条件で遠心分離した.
- (9) 上澄の水層を新しい 1.5 ml エッペンチューブに移し, 600 μ l のイソプロピルアルコールを加えた.
- (10) 15,000 rpm, 4 $^{\circ}$ C, 5 min. の条件で遠心分離した.
- (11) 上澄を捨て, 500 μ l の 70 %エタノールを加え, 12,000 rpm, 4 $^{\circ}$ C, 3 min. の条件

で遠心分離した.

(12) 上澄を捨て, 1 時間以上自然乾燥させた.

(13) 50 μ l の TE で懸濁し, -20 $^{\circ}$ C で保管した.

2.4 PCR

PCR 用酵素キットとして, KAPA extra Taq kit (NIPPON Genetics)を用いた.

1) 調査領域およびプライマー

前述した葉緑体 DNA の 11 領域, および核 DNA の 1 領域を増幅した.

PCR プライマーの配列は Table 4-1 に示した.

2) 組成

反応液の組成は以下の通りである.

S. D. W. (sterile distilled water).....	10.9 μ l
5 \times KAPA Taq Extra Buffer (without Mg ²⁺).....	4.0 μ l
MgCl ₂	1.4 μ l
dNTPs (10 mM each dNTP).....	0.6 μ l
Fwd primer (10 μ M).....	1.0 μ l
Rev primer (10 μ M).....	1.0 μ l
Template DNA.....	1.0 μ l
KAPA Taq Extra DNA Polymerase (5 U / μ l).....	0.1 μ l
<hr/>	
Total.....	20.0 μ l

3) 反応条件

(1) 95 $^{\circ}$ C 2 min.

(2) 95 $^{\circ}$ C 20 sec.

- (3) (アニーリング温度)°C30 sec.
 (4) 68 °C 1 - 2 min.
 (5) (2)~(4)を 35 回繰り返す
 (6) 68 °C10 min.
 (7) 4 °C forever

(3) アニーリング温度は以下の温度に調整した.

葉緑体 DNA 領域 : 50 °C

ITS : 56 °C

(4) 伸長時間は, 調査領域の塩基全長が 1,000 base 以下なら 1 min., 1,000~2,000 base 程度なら 2 min. に変更した.

PCR は Veriti Thermal Cycler (Life technologies)を用いて, 簡易ホットスタート法でおこなった. ブロックの温度が 95 °Cに安定したことを確認した後, サンプルを加えた 200 µl チューブをブロックにセットした.

2.5 アガロースゲル電気泳動

PCR による目的領域の増幅の成否を確認するため, 1.5 %アガロースゲル電気泳動をおこなった.

1) 試薬の調整

実験には以下の試薬を用いた.

- 50 × TAE バッファ1,000 ml
- Tris base242 g
- 氷酢酸 (gracial acetic acid)57.1 ml
- 0.5 M EDTA100 ml

• 1.0 % Agarose gel.....	100.0 g
Agarose L 03 (TaKaRa)	1.0 g

2) ゲルの作成

- (1) 300 ml のビーカーに 1.0 g の Agarose L 03 を入れ，D.W.を加えて 100 ml までメスアップした。
- (2) スターラーバーを入れ，ラップでビーカーを覆った。
- (3) ビーカーを電子レンジにセットし，沸騰直前まで加熱した。
- (4) ビーカーを取り出し，スターラーに載せてゆっくりと攪拌した。
- (5) 攪拌しながら 50~60 °C まで冷まし，泡立てないように溶液をプレートに注いだ。
- (6) プレートをラップで覆い，静置した。
- (7) 20~30 分程度冷まして完全に固まったところでゲルを取り出し，余分なゲルを取り除いた後，1 × TAE バッファを満たした容器に入れ，4 °C で保存した。

3) 電気泳動

- (1) 泳動槽に 500 ml の 1 × TAE バッファを注いだ。
- (2) 100 μ l のエチジウムブロマイド溶液を加え，ゆっくりと攪拌した。
- (3) ゲルを泳動槽にセットした。
- (4) 1.0 μ l の PCR 産物と 1.0 μ l の BPB ローディングバッファをパラフィルム上でよく混和し，ウェルに注意深くアプライした。
- (5) 130 V，15 min. で電気泳動した。
- (6) 手袋を着用してゲルをラップ上へ取り出し，UV 光下で DNA 断片の増幅を確認した。

4) PCR 産物の精製

電気泳動の結果，増幅が確認されたサンプルは ExoSAP-IT (GE imagination at work) を用いて，未反応の試薬等を失活させた。

1) 組成

反応液の組成は以下の通りであった.

S.D.W.	0.2 μ l
PCR 産物.....	5.0 μ l
ExoSAP-IT	1.8 μ l
<hr/>	
Total	7.0 μ l

2) 反応条件

(1) 37.5 °C	30 min.
(2) 80 °C.....	15 min.
(3) 4 °C	forever

2.6 サイクルシーケンス

サイクルシーケンスには Bigdye™ Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Life technologies)を用いた.

1) プライマー

使用したプライマー配列は Table 4-1 に示した.

2) サイクルシーケンス反応

反応液の組成は以下の通りである.

S.D.W.	5.5 μ l
5×Sequence Buffer	1.5 μ l
Primer (1.6 μ M).....	1.0 μ l
精製 PCR 産物.....	1.0 μ l
Bigdye™ Terminator v3.1.....	1.0 μ l
<hr/>	

Total 10.0 μ l

3) 反応条件

- (1) 95 °C 2 min.
- (2) 95 °C 30 sec.
- (3) 50 °C 30 sec.
- (4) 60 °C 4 min.
- (5) (2)~(4)を 25 回繰り返す
- (6) 60°C 5 min.
- (7) 4°C forever

サイクルシーケンス反応は PCR と同様に Veriti Thermal Cycler (Life technologies) を用いておこなった.

2.7 ゲル濾過

サイクルシーケンス後, ゲル濾過により, 各サンプル内の未反応の試薬等を除外した.

1) 試薬の調整

実験には以下の試薬を用いた.

- ・ゲル濾過クロマトグラフィ担体 200 ml
- Sephadex G-50 (GE imagination at work) 20.0 g

2) 担体の作成

- (1) 500 ml ビーカーに 400 ml の D.W.を加え, 電子レンジで加熱した.
- (2) 20.0 g の Sephadex G-50 を加え, よく混和させた後, 静置した.

- (3) 担体が沈降したら、透明な上澄を可能な限り除去し、新たに D.W.を全容量が 400 ml になるまで加えて混和させ、静置した。
- (4) (3)の操作を 3 回繰り返した。
- (5) D.W.の代わりに TE を用いて(3)の操作を 1 回おこなった。
- (6) 上澄が担体の体積の 2 割程度になるまで TE を加えて懸濁した。

3) ゲル濾過

- (1) 500 μ l のエッペンチューブの蓋を切断し、底に穴を開けた後、セラミック繊維を詰めた。
- (2) ゲル濾過クロマトグラフィ担体をよく懸濁させた後、(1)のチューブに 450 μ l 加えた。
- (3) (1)のチューブを蓋なしの 2.0 ml チューブにセットした。
- (4) 2,500 rpm, 20 $^{\circ}$ C, 5 min. の条件で遠心分離した。
- (5) (1)のチューブを 1.5 ml のエッペンチューブにセットし、サイクルシーケンス産物を滴下した。
- (6) 2,500 rpm, 20 $^{\circ}$ C, 2 min. の条件で遠心分離した。
- (7) (1)のチューブを取り外し、1.5 ml のエッペンチューブの蓋を開けたままアルミホイールで包み、デシケーターを用いて 30 分以上減圧して乾燥させた。

2.8 DNA シークエンシング

シーケンス解析には 3500 Genetic Analyzer (Life technologies)を用いて分析した。

1) 実験手順

- (1) 乾燥させたチューブをデシケーターから取り出し、沈殿物が透明であることを確認した後、10 μ l のホルムアミドを加えた。
- (2) 振動機で 5 min. 振動させた。
- (3) シークエンス用の 96 穴プレートにサンプルを移した。

- (4) 95 °C, 2~3 min. の条件で incubate した.
- (5) 氷水を入れた容器に移し, 5 min. 急冷した.
- (6) シークエンサーを作動させ, プレートをセットして分析に供した.

2.9 分析方法

2.9.1 アライメント

各サンプルの塩基配列は BioEdit software (version 7.2.5)を用いてアライメントし、Genbank 登録配列、およびサンプル間において得られた塩基配列を比較した(Hall, 1999).

2.9.2 系統樹

系統樹は MEGA 6 を使用し、Kimura 2-parameter model を用いた neighbor-joining 法によって作成した(Tamura *et al.*, 2013). 樹形の信頼性は、10,000 反復の bootstrap 解析により評価した. *C. incana* の近縁種である *Tripora divaricate* (Maxim.) P.D. Cantino. (和名：カリガネソウ) を外群として加え分析した.

2.9.3 ハプロタイプネットワーク

ハプロタイプ間の関係性を示すため、塩基置換だけでなく、塩基の挿入および欠失を含めた分析が可能な TCS 1.21 software package を用いて、median-joining 法によるネットワーク解析をおこなった(Clement *et al.*, 2000).

3. 結果

3.1 葉緑体遺伝子領域の配列変異およびハプロタイプ

国内におけるダンギク 109 自生集団の DNA シークエンス解析により，増幅が確認された葉緑体 DNA の 11 領域のうち，6 領域において集団間で配列変異が確認された (Table 4-2). 各調査領域において，*trnL-trnF* 遺伝子間領域では，1 ヶ所の反復回数の配列変異により，109 自生集団が 3 グループに分類された．同様に *rpl32-trnL* 領域では，1 ヶ所の反復回数の配列変異により，5 グループに分類された．*psbD-trnT* 領域では，2 ヶ所の反復回数の配列変異により 5 グループと，さらに 9 塩基および 7 塩基の挿入欠失により 3 グループに分類された．*ndhF-rpl32* 領域では，1 ヶ所の反復回数の配列変異により 2 グループと，さらに 4 ヶ所の塩基置換により 5 グループに分類された．*trnQ-rps16* 領域では，1 ヶ所の塩基置換を含む反復回数の配列変異により 5 グループと，7 塩基および 13 塩基の挿入欠失により 3 グループ，さらに 7 ヶ所の塩基置換により 6 グループに分類された．*rps16-trnK* 領域では，1 ヶ所の反復回数の配列変異により 4 グループと，10 塩基，15 塩基，および 12 塩基の挿入欠失により 4 グループ，さらに，9 ヶ所の塩基置換により 11 グループに分類された．調査領域において，合計 7 ヶ所の反復回数の変異，7 ヶ所の挿入欠失，および 20 ヶ所の塩基置換が，ダンギクの 109 自生集団間で確認された．これらの配列変異により，ダンギク 109 自生集団は 22 のハプロタイプに分類された．

Table 4-2.1 Polymorphic sites and chloroplast DNA haplotypes based on sequences of seven non-coding regions in *C. incana*.

Haplo -type	population	<i>matK</i>			<i>rps 16-trn K</i>													
		734 ^a	749	1355	22	127	168	248	310	510-519	537-	679-693	737	797	804	884-895	914	
H 1	C1,6-14,53,58	G	T	-	T	G	T	C	A	1	A ₃	-	A ₁₀	G	G	-	C	
H 2	C45,46	G	T	-	C	G	T	C	A	1	A ₃	-	A ₈	G	G	-	C	
H 3	C2,5,17-26,28-38,40-44 47-52,54-57,59,60,63-72	G	T	-	C	G	T	C	A	1	T ₃	-	A ₇	G	G	3	C	
H 4	C3,4,15,16,61,62	G	T	-	C	G	T	C	A	1	T ₃	-	A ₇	G	G	3	C	
H 5	C39	G	T	-	C	G	T	C	A	1	T ₃	-	A ₇	G	G	3	T	
H 6	C27	G	T	-	C	G	T	A	A	1	T ₃	-	A ₇	G	G	3	C	
H 7	C76,77,79,80	G	T	-	C	G	T	C	A	1	T ₃	-	A ₈	G	G	-	C	
H 8	C73,74,87	G	T	-	C	T	T	C	A	1	T ₃	-	A ₉	G	G	-	C	
H 9	C86	G	T	-	C	T	T	C	A	-	T ₃	-	A ₉	G	G	-	C	
H 10	C84,85	G	T	-	C	T	T	C	A	-	T ₃	-	A ₉	G	G	-	C	
H 11	C102	G	T	-	C	G	T	C	G	1	T ₃	2	A ₈	G	G	-	C	
H 12	C88	G	T	-	C	G	T	C	G	1	T ₃	2	A ₈	G	T	-	C	
H 13	C75,78,81,82,104,105,106,109	G	T	-	C	G	T	C	G	1	T ₃	2	A ₈	C	G	-	C	
H 14	C107	G	T	-	C	G	T	C	G	1	T ₃	2	A ₈	C	G	-	C	
H 15	C103	G	T	-	C	G	T	C	G	1	T ₃	2	A ₈	C	G	-	C	
H 16	C95,96,97	G	T	-	C	G	T	C	G	1	T ₃	2	A ₉	G	G	-	C	
H 17	C101	G	T	-	C	G	T	C	G	1	T ₃	2	A ₉	T	G	-	C	
H 18	C92	G	T	-	C	G	A	C	G	1	T ₃	2	A ₈	G	G	-	C	
H 19	C99	G	T	-	C	G	A	C	G	1	T ₃	2	A ₈	G	G	-	C	
H 20	C98,100	G	T	-	C	G	A	C	G	1	T ₃	2	A ₈	G	G	-	C	
H 21	C91,108	G	T	-	C	G	A	C	G	1	T ₃	2	A ₈	G	G	-	C	
H 22	C83,89,90,93,94	G	T	-	C	G	A	C	G	1	T ₃	2	A ₈	G	G	-	C	
Genbank	<i>Caryopteris incana</i>	C	G	C														

^a Number indicates position of the variable site in the intergenic region based on the sequence of C1 or Genbank.

1 = TTTGAATATT, 2 = ATCTTATTCATATAA, 3 = TTTGTAACTCA

Dash indicates deletion. Subscript number of the nucleotide indicates the number of repetition.

Table 4-2.2 Polymorphic sites and chloroplast DNA haplotypes based on sequences of seven non-coding regions in *C. incana*.

Haplo -type	population	<i>trn Q-rps 16</i>										<i>psb D-trn T</i>			
		41	114-120	369	559	684	941	989-1001	1059	1085	1158	134-140	647-	1185-1193	1283-
H 1	C1,6-14,53,58	C	-	T	G	T	G	T ₆ A ₆	T	G	5	-	G ₁₀	7	A ₉
H 2	C45,46	C	-	T	T	G	G	T ₅ A ₇	T	T	-	-	G ₈	7	A ₉
H 3	C2,5,17-26,28-38,40-44 47-52,54-57,59,60,63-72	C	-	T	T	T	G	T ₆ A ₆	T	T	5	-	G ₉	-	A ₉
H 4	C3,4,15,16,61,62	C	-	T	T	G	G	T ₆ A ₆	T	T	5	-	G ₉	-	A ₉
H 5	C39	C	-	T	T	T	G	T ₆ A ₆	T	T	5	-	G ₉	-	A ₉
H 6	C27	C	-	T	T	T	G	T ₆ A ₆	T	T	5	-	G ₉	-	A ₉
H 7	C76,77,79,80	C	-	T	T	T	G	T ₆ A ₆	T	T	5	-	G ₉	7	A ₁₀
H 8	C73,74,87	C	-	T	T	T	G	T ₆ A ₆	T	T	5	-	G ₉	7	A ₁₀
H 9	C86	C	-	T	T	T	G	T ₇ A ₅	T	T	5	-	G ₉	7	A ₁₀
H 10	C84,85	C	-	T	T	T	G	T ₇ A ₅	A	T	5	-	G ₉	7	A ₁₀
H 11	C102	C	4	T	T	G	T	T ₆ A ₇	T	T	5	6	G ₇	7	A ₉
H 12	C88	C	4	T	T	G	T	T ₆ A ₇	T	T	5	6	G ₈	7	A ₉
H 13	C75,78,81,82,104,105,106,109	C	4	T	T	G	T	T ₆ A ₇	T	T	5	6	G ₈	7	A ₉
H 14	C107	C	4	T	T	G	T	T ₇ A ₆	T	T	5	6	G ₈	7	A ₉
H 15	C103	C	4	T	T	G	T	T ₇ A ₆	T	T	5	6	G ₈	7	A ₉
H 16	C95,96,97	C	4	T	T	G	T	T ₆ A ₇	T	T	5	6	G ₉	7	A ₉
H 17	C101	C	4	T	T	G	T	T ₆ A ₇	T	T	5	6	G ₉	7	A ₉
H 18	C92	C	4	T	T	G	T	T ₆ A ₇	T	T	5	6	G ₉	7	A ₉
H 19	C99	T	4	A	T	G	T	T ₆ A ₇	T	T	5	6	G ₈	7	A ₉
H 20	C98,100	T	4	A	T	G	T	T ₆ A ₇	T	T	5	6	G ₈	7	A ₉
H 21	C91,108	T	4	A	T	G	T	T ₆ A ₇	T	T	5	6	G ₇	7	A ₉
H 22	C83,89,90,93,94	T	4	A	T	G	T	T ₇ A ₆	T	T	5	6	G ₈	7	A ₉

Genbank *Caryopteris incana*

4 = ATAGAAA, 5 = CACATATCATTTTC, 6 = TTCTAAT, 7 = AATTTACGA

Dash indicates deletion. Subscript number of the nucleotide indicates the number of repetition.

Table 4-2.3 Polymorphic sites and chloroplast DNA haplotypes based on sequences of seven non-coding regions in *C. incana*.

Haplo -type	population	<i>trn L-trn F</i>			<i>rpl32-trn L</i>				<i>ndh F-rpl32</i>				
		152	267	682-	51	91	99	288-	112	113	244	282	398
H 1	C1,6-14,53,58	G	T	T ₉	C	T	TAA	G ₁₀	T ₅	G	G	G	T
H 2	C45,46	G	T	T ₁₀	C	T	TAA	G ₉	T ₅	G	G	G	A
H 3	C2,5,17-26,28-38,40-44 47-52,54-57,59,60,63-72	G	T	T ₉	C	T	TAA	G ₉	T ₅	G	G	G	A
H 4	C3,4,15,16,61,62	G	T	T ₉	C	T	TAA	G ₉	T ₅	G	G	G	A
H 5	C39	G	T	T ₉	C	T	TAA	G ₉	T ₅	G	G	G	A
H 6	C27	G	T	T ₉	C	T	TAA	G ₉	T ₅	G	G	G	A
H 7	C76,77,79,80	G	T	T ₉	C	T	TAA	G ₁₀	T ₅	G	G	G	A
H 8	C73,74,87	G	T	T ₉	C	T	TAA	G ₁₀	T ₅	G	G	G	A
H 9	C86	G	T	T ₉	C	T	TAA	G ₁₀	T ₅	G	G	G	A
H 10	C84,85	G	T	T ₉	C	T	TAA	G ₁₀	T ₅	G	G	G	A
H 11	C102	G	T	T ₁₀	C	T	TAA	G ₁₀	T ₄	G	T	G	A
H 12	C88	G	T	T ₁₀	C	T	TAA	G ₁₁	T ₄	G	T	G	A
H 13	C75,78,81,82,104,105,106,109	G	T	T ₁₀	C	T	TAA	G ₁₀	T ₄	T	T	G	A
H 14	C107	G	T	T ₁₀	C	T	TAA	G ₁₀	T ₄	T	T	G	A
H 15	C103	G	T	T ₁₁	C	T	TAA	G ₁₀	T ₄	T	T	G	A
H 16	C95,96,97	G	T	T ₁₀	C	T	TAA	G ₁₂	T ₄	G	T	A	A
H 17	C101	G	T	T ₁₀	C	T	TAA	G ₁₃	T ₄	G	T	A	A
H 18	C92	G	T	T ₁₀	C	T	TAA	G ₁₂	T ₄	G	T	A	A
H 19	C99	G	T	T ₁₀	C	T	TAA	G ₁₀	T ₄	G	T	G	A
H 20	C98,100	G	T	T ₁₀	C	T	TAA	G ₁₁	T ₄	G	T	G	A
H 21	C91,108	G	T	T ₁₀	C	T	TAA	G ₁₁	T ₄	G	T	G	A
H 22	C83,89,90,93,94	G	T	T ₁₀	C	T	TAA	G ₁₁	T ₄	G	T	G	A
Genbank	<i>Caryopteris incana</i>	A	G	T ₈	T	C	---	G ₇					

Dash indicates deletion. Subscript number of the nucleotide indicates the number of repetition.

3.2 葉緑体 DNA ハプロタイプの地理的分布

解析によって得られた葉緑体 DNA ハプロタイプの地理的分布は Fig. 4 に示した。各地域において、対馬では、5つのハプロタイプが分布していた(Fig. 4-1)。長崎本土では6つのハプロタイプが分布していた(Fig. 4-2)。五島列島では、9つのハプロタイプが分布していた(Fig. 4-3)。甕島列島では、3つのハプロタイプが分布していた(Fig. 4-4)。

3.3 核 DNA における ITS 領域の配列変異およびハプロタイプ

22 のハプロタイプに分類された葉緑体 DNA の配列変異に比べ、核 DNA の ITS 領域における配列変異は少なく、9 のハプロタイプが検出された(Table 2-3)。Genbank 登録配列と比較して、対馬、長崎本土、および五島列島に分布する自生集団において共通する配列部分でヘテロを含まない配列変異は、8ヶ所の塩基置換だった。一方で、甕島列島に分布する C103~105 では、他地域に分布する集団の配列と複数の塩基置換がみられ、Genbank 登録配列と多くの配列部分で共通していた。また、甕島列島の下甕島に分布する C107 では、他地域に分布する集団と C103~105 とのヘテロを示す配列変異が確認された。



Fig. 4-1. Distribution of chloroplast DNA haplotypes detected in Tsushima Islands. Labels indicate haplotype correspond to Table 4-2.

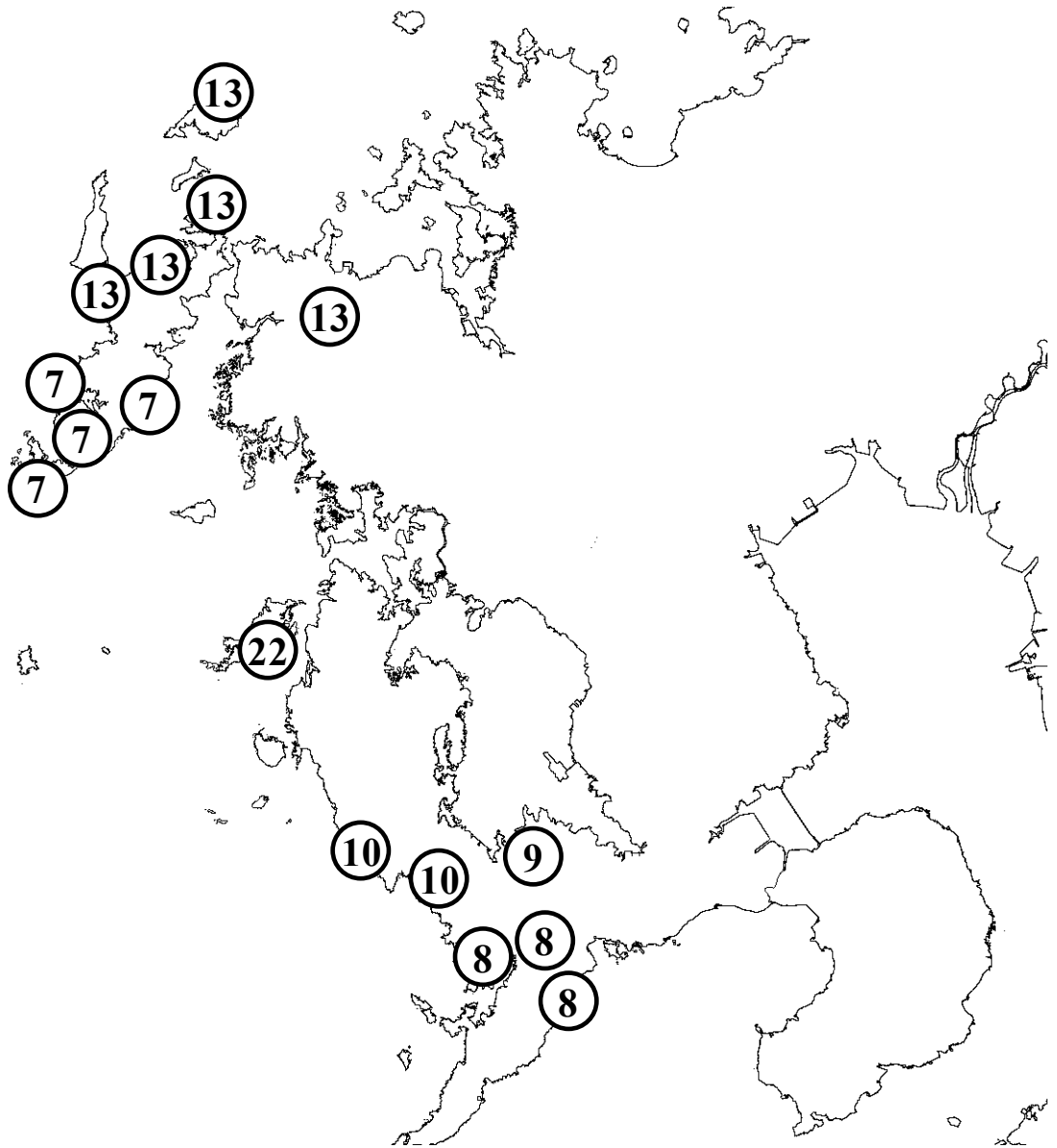


Fig. 4-2. Distribution of chloroplast DNA haplotypes detected in Nagasaki Mainland. Circle labels indicate haplotype correspond to Table 4-2.

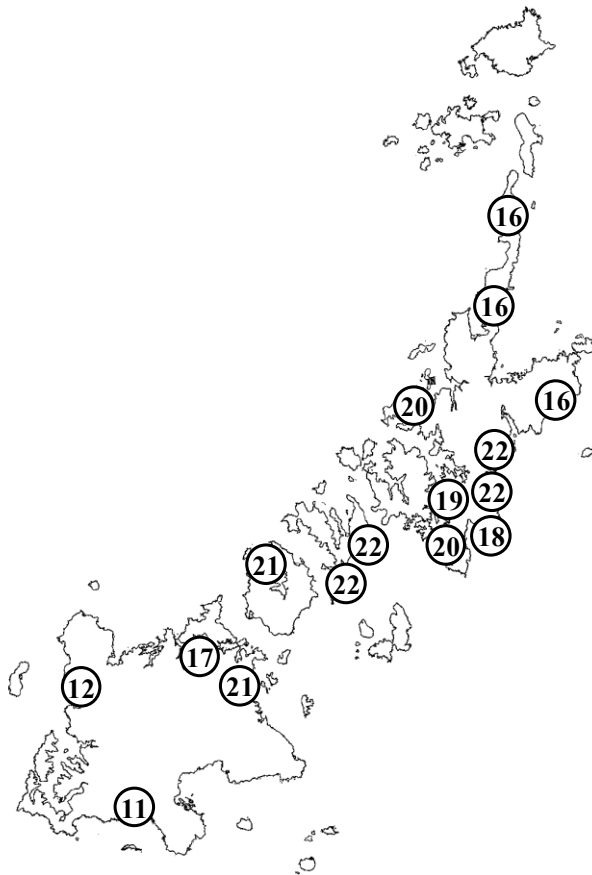


Fig. 4-3. Distribution of chloroplast DNA haplotypes detected in Goto Islands. Circle labels indicate haplotype correspond to Table 4-2.

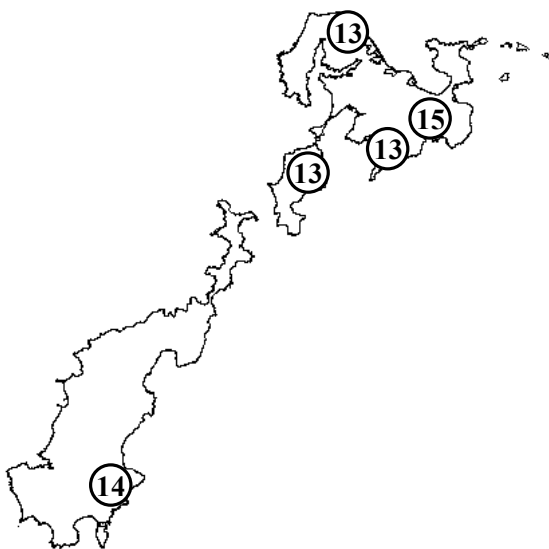


Fig. 4-4. Distribution of chloroplast DNA haplotypes detected in Koshikijima Islands. Circle labels indicate Haplotype correspond to Table 4-2.

Table 4-3. Polymorphic sites and nuclear DNA haplotypes based on sequences of ITS region in *C. incana*.

Haplotype	population	18 ^a	54	60	64	108-117	182	193	360	412	432	436	439	531	615
N 1	C1~72, 76~79, 81, 82, 84	C	T	T	C	1	C	T	C	T	C	C	A	A	A
N 2	C73,74	-	T	T	C	1	C	T	C	T	C	C	A	G	A
N 3	C85~87	-	T	T	C	1	C	T	C	T	C	C	A	R	A
N 4	C75	C	T	T	C	-	C	T	C	T	C	C	A	A	A
N 5	C95	C	Y	T	C	-	C	T	C	T	C	C	A	A	A
N 6	C83, 88~94, 97, 99, 106, 108, 109	C	C	T	C	1	C	T	C	T	C	C	A	A	A
N 7	C96,98,100~102	C	Y	T	C	1	C	T	C	T	C	C	A	A	A
N 8	C107	C	Y	Y	Y	1	Y	Y	Y	Y	S	C	R	A	M
N 9	C103~105	C	C	C	T	1	T	C	T	C	G	C	G	A	C
Genbank	<i>Caryopteris incana</i>	C	C	C	T	1	C	C	T	C	G	Y	G	A	C

^a Number indicates position of the variable site in the intergenic region based on the sequence of Genbank.

1 = CTCGGGGCCA

Dash indicates deletion. Y = T or C, S = C or G, R = A or G, M = A or C

3.4 葉緑体 DNA ハプロタイプによる系統樹

葉緑体 DNA シーケンス解析によって得られた 22 のハプロタイプから作成した系統樹は、Fig. 4-5 に示した。西九州 109 自生集団のハプロタイプは、大きく 2 つのグループに分類された。系統樹の下方のグループには、H1 から H10 までが分類された。系統樹の上方のグループには、H11 から H22 までが分類された。

3.5 葉緑体 DNA ハプロタイプによるハプロタイプネットワーク

葉緑体 DNA シーケンス解析によって得られた 22 のハプロタイプから作成したハプロタイプネットワークは、Fig. 4-6 に示した。西九州 109 自生集団のハプロタイプは、地理的分布から、対馬、長崎本土の一部、五島列島、および甞島列島と長崎本土の一部の 4 グループに分類された。系統樹と同様に、22 のハプロタイプと外群との遺伝距離は、非常に距離が離れていたため省略した。

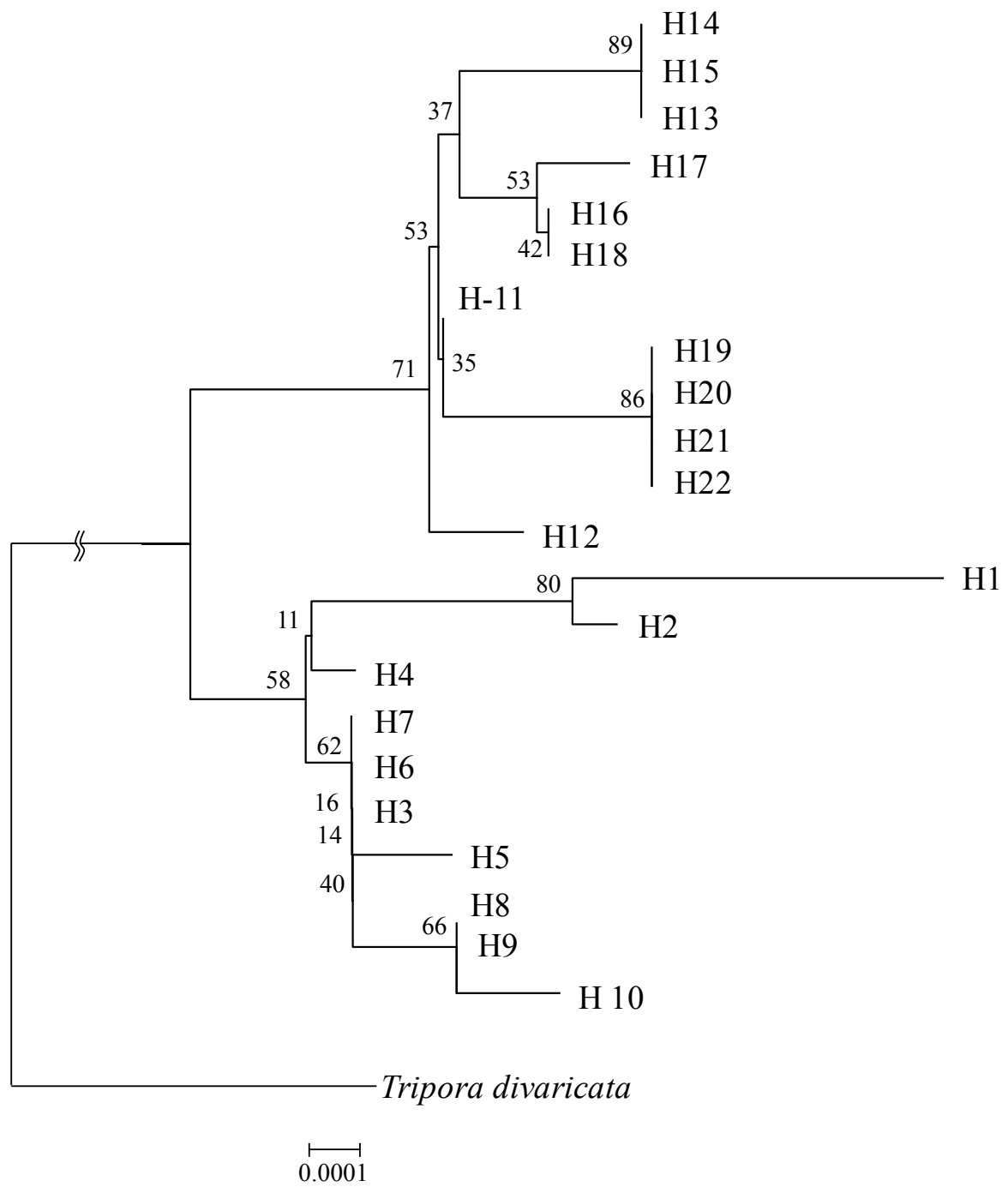


Fig. 4-5. Neighbor-joining tree of chloroplast DNA haplotypes based on the sequences of six non-coding regions in *C. incana*. Numbers below the branches indicate the bootstrap values.

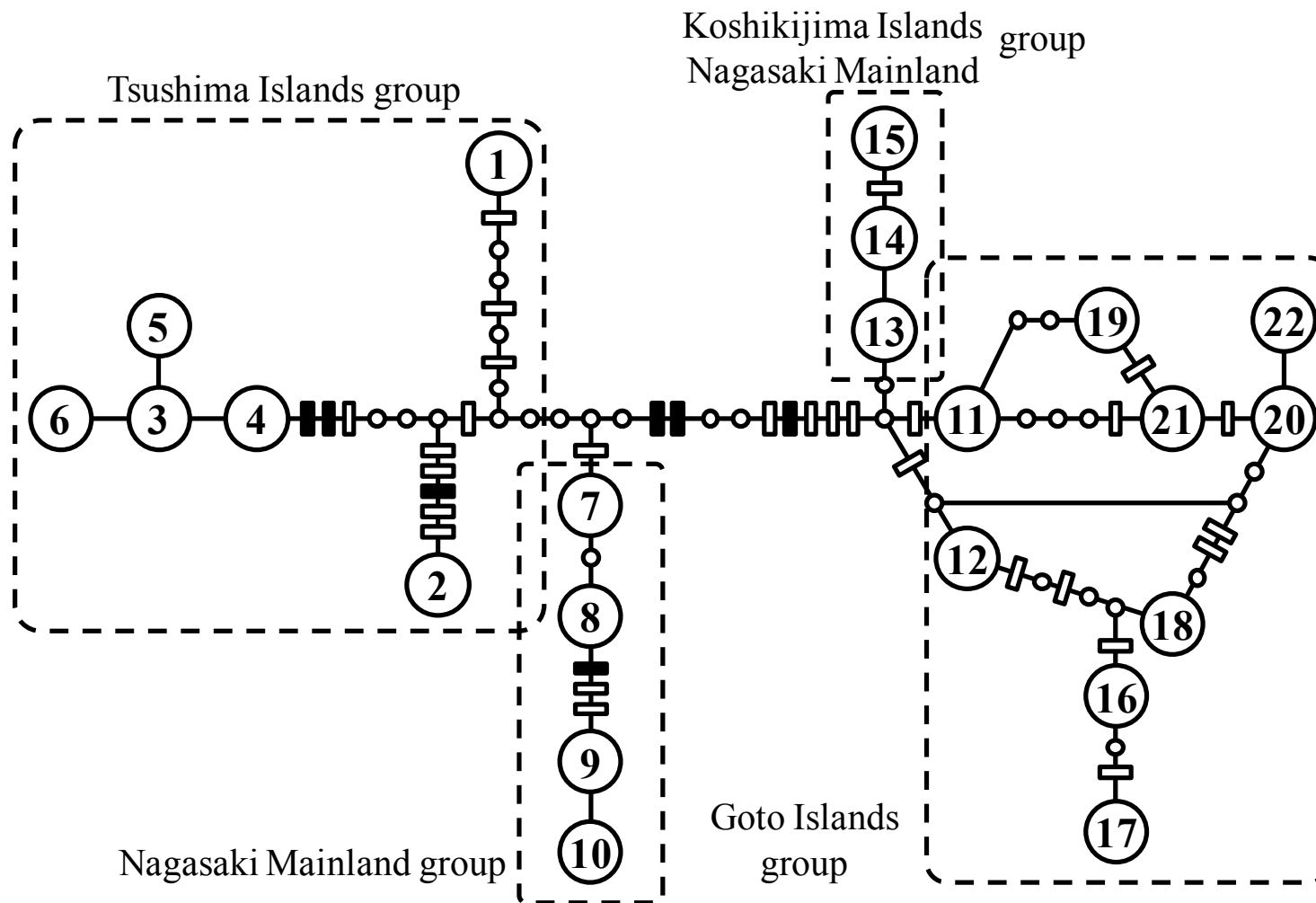


Fig. 4-6. Haplotype network among all West Kyushu haplotypes in *C. incana*. Haplotype numbers correspond to Table 4-2. Small circles indicate nucleotide substitutions. Solid and open bars indicated indels of set and one nucleotide, respectively.

4. 考察

4.1 Genbank 登録領域における国内自生集団と登録配列の比較

ダンギク国内自生集団において多型を示した塩基数は、*rps16-trnK* 領域や *trnQ-rps16* 領域で多く、*trnL-trnF* 領域や *rpl32-trnL* で少なかったことから、Shaw *et al.* (2005; 2007)による各遺伝子間領域における多型数の結果と同様の傾向を示した。Genbank に登録された葉緑体 DNA の 3 領域において、国内自生集団の塩基配列と登録配列の間では複数の塩基置換が確認されたが、国内集団間における塩基置換はみられなかった(Table 4-2)。この結果から、国内におけるダンギク自生集団の西九州における分布の変遷は、比較的近い年代に生じたことが推察された。

4.2 対馬における植栽集団の識別

対馬では南北で 2 つのハプロタイプに分かれ、中央部や北島において複数のハプロタイプが分布していた。注目すべきことに、北西部に分布する C53 では、南島南部に分布する集団においてみられた H1 が示された。この集団は、公共施設に続く道路沿いの緑化された法面において確認された大規模な集団だった(Fig. 4-7)。これらの自生地情報から、C53 は法面緑化用の土壌に混ぜられた種子によって形成された集団であることが推察された。しかし、同研究室の桑原が長崎県対馬地方局道路課に法面工事の施工方法について問い合わせたところ、緑化用の土壌に混ぜ合わせた植物種子は、シャリンバイ、ヨモギ、ススキ等であり、配合表の中にダンギクは記載されていなかった。あらかじめ混ぜられていないことから、吹き付け材の製造段階において南島南部に由来する種子が偶然混入した可能性や、施工後に南島南部の自生個体、あるいはそれらをもとに作出された園芸品種の植栽によって集団が形成されたことが推察された。このように、ダンギク自生集団の分布形成に、自生地調査の際に疑われた、人為的な影響が生じていたことが明らかになった。



Fig. 4-7. 対馬北西部における公共施設に続く道路沿いの大規模集団(C53)



Fig. 4-8. 長崎本土中央部における海岸の自生地(C83)

4.3 地域間で共通する葉緑体 DNA ハプロタイプ

五島列島では、分布するハプロタイプが最も多いことから、地域内の遺伝的多様性が高く維持されていることが明らかになった(Fig. 4-3). また、同じ島内での近距離の集団間においても異なるハプロタイプが確認されたことから、地域内における自生地の分断は早期に生じており、分断後に変異したハプロタイプが各自生集団において維持されてきたと推察された。これらのハプロタイプのうち、五島列島中央部の奈留島から北部の中通島の集団で確認された H22 は、長崎本土中央部の集団において確認された(Fig. 4-2). また、長崎本土北西部の集団で確認された 2 つのハプロタイプのうち、H13 は甌島列島の集団と共通のハプロタイプを示した(Fig. 4-4). H13 を示した長崎本土北西部の集団は、山頂付近の露岩地や天然の岩壁に自生していたことから、植栽などの人為的な影響を受けて形成された可能性は低いと考えられた。そのため、現在の長崎本土の自生集団は、複数の異なる由来により形成されてきたと推察された。

4.4 系統樹による自生集団の系統解析

葉緑体 DNA ハプロタイプによる系統樹において、bootstrap 値が全体的に低い値を示したことは、ハプロタイプ間で配列変異が少なく、西九州におけるダンギク自生集団の分布の変遷が、比較的近年に生じたためであると考えられた。系統樹の下方のグループに含まれるハプロタイプは、対馬および長崎本土に分布していた(Fig. 4-1, 4-2, 4-5). 長崎本土北西部の平戸島南部において確認された H7, および長崎本土南部において確認された H8~H10 は、対馬北島において確認された H3, H5, および H6 と同じクレードに属していた。また、ハプロタイプ間の遺伝距離が近いことから、これらの集団の分岐時期は比較的近い年代に生じたことが推察された。一方で、対馬の H1 および H2 を示す集団は、それらのサブグループよりも早期に分岐したと考えられた。系統樹の上方のグループに含まれるハプロタイプは、五島列島、甌島列島、および長崎本土の一部に分布していた(Fig. 4-2, 4-3, 4-4, 4-5). 甌島列島および長崎本土北西部で確認された H13~H15 は同じクレードに属していることから、五島列島と分断後に派生したハプロタイプであると推察された。

4.5 ハプロタイプネットワークによる自生集団の系統解析

ハプロタイプネットワークにおいて、各ハプロタイプは地域により異なるグループに分類された(Fig. 4-6). 五島列島で確認されたハプロタイプから多様なネットワークが形成されたことから、地域内で早期に分岐し、各集団において独自に分化したハプロタイプが集団ごとに維持されてきたことにより、現在の遺伝構造が形成されていると考えられた。ネットワークの中央部では複数の塩基の挿入欠失、および塩基置換が示され、両側に大きく2グループに分岐していることが示された。これにより、西九州におけるダンギク自生集団の共通祖先は、ネットワークの中央付近から2グループへと分岐したと推察された。ネットワークにおいて左側のグループに分類されたハプロタイプは、系統樹において下側のグループに分類されたハプロタイプと、ネットワークにおいて右側のグループに分類されたハプロタイプは、系統樹において上側のグループに分類されたハプロタイプと一致した。ハプロタイプネットワークにおいて、異なる地域とのハプロタイプ間でネスト構造が形成されていないことから、対馬および長崎本土の祖先集団と、五島列島、甌島列島、および長崎本土の一部の祖先集団との間で分岐したのち、さらに各地域へと分断され、ハプロタイプの分化が進んだと考えられた。長崎本土北西部で確認された H13 と、長崎本土中央部で確認された H22 は、長崎本土における他のハプロタイプ H7~H10 と異なるグループに分類されたことから、異なる分布形成の過程により現在の分布が成立したと考えられた。

4.6 葉緑体 DNA ハプロタイプによる分布の変遷史

ダンギク国内自生集団の葉緑体 DNA ハプロタイプによる遺伝構造から、西九州における分布の変遷史を推察した。まず、大陸系植物であるダンギクは、氷期の海水準低下による陸橋形成と気温低下にしたがって、中国大陸から朝鮮半島を通じて日本へと移動したと考えられている。中国大陸では、第三紀および第四紀の更新世後期において朝鮮半島を含む中国東部の大陸棚一帯の陸地化が繰り返されていた(Ota, 1998; Kimura, 2000; Park *et al.*, 2006). 日本との接続は、更新世前期から現在まで朝鮮半島と対馬を隔てる朝鮮海峡の一部が陸地化することにより、朝鮮半島から九州北西部および本州西部まで陸続きとなるこ

とで、繰り返し生じていた(Kimura and Kimoto, 2006). この陸橋の形成は約 150,000 年前のリス氷期の接続を最後として、約 130 m の海退が生じたとされる約 18,000 年前のウルム氷期後期における最終氷期では、朝鮮半島と対馬は接続していなかったと考えられている(Ohshima, 1990). そのため、ダンギクの本邦への移入は約 150,000 年以前に生じたと考えられた. 一方で、対馬および老岐島から長崎本土、五島列島に至るまでの地域は、約 150,000 年前から幾度か生じた氷期間氷期サイクルの海水準変動に伴い、接続と分断を繰り返したとされている. そのため、ダンギク国内自生集団の共通祖先は、氷期において朝鮮半島から本邦へ移入後、間氷期における海水準の上昇に伴い、各地域へと分断されたと考えられた. 葉緑体 DNA ハプロタイプの系統解析の結果から、本邦へ移入した共通祖先は、まず対馬および長崎本土と、五島列島、甌島列島、および長崎本土の一部の 2 グループへ分断が生じたと考えられた. また、2 グループへの分断後、配列変異が生じる前に各地域への分断が生じたと推察された.

各地域へ分断された後の地域内における分布の変遷を辿ると、対馬では、H1 と H2、および H3~H6 の間で多くの配列変異が示されたことから、早期におけるこれら 3 グループへの分断が推察された. まず H1 は長崎本土北西部との分離後、気温上昇に伴い対馬南部まで分布を拡大した後に定着した集団のハプロタイプであると考えられた(Fig. 4-1). 続いて H2 と H4 の祖先となる集団が分布を中央部から北島へと拡大するとともに分化し、H4 の集団ではさらに H3 へ配列変異が生じ、その後北上したと推察された. H5 および H6 は種子の移出入の可能性が低いと考えられる海岸付近の小規模集団において確認されたことから、分布形成後に、遺伝的浮動によって H3 から分化したハプロタイプであると考えられた. 第 II 章における自生地調査では北島の中央部において自生集団を確認することができなかったが、確認された自生集団のほかに、北島において隔離、維持されてきた H2 を示す自生集団が存在する可能性が示唆された.

五島列島では、ハプロタイプネットワークの中央寄りに位置する H11 および H12 が、各地域への分断後の起点となるハプロタイプであると考えられた(Fig. 4-6). これらのハプロタイプは五島列島の南端の福江島に分布していたことから(Fig. 4-3)、五島列島では南部

から北部へと分布が拡大したと考えられた。五島列島では、多数のハプロタイプへの分化がみられたことから、少数個体による創始者効果や、隔離に伴う遺伝的浮動による影響が大きい地域であると考えられた(宮下ら, 2012; 井鷲・陶山, 2013)。

長崎本土では、H7~H10 において、直線的なネットワークが示されたことから、北西部の平戸島南部において確認された H7 を起点として、南部へと分布を拡大後、南部の長崎市周辺においてハプロタイプの分化が生じたと考えられた(Fig. 4-2, 4-6)。長崎本土中央部において五島列島と共通する H22 を示した C83 は、長崎本土において唯一海岸地に自生する集団であったことから、五島列島内において配列変異が生じた後に、海から流れ着いた漂着種子によって集団が形成された可能性が考えられた(Fig. 4-8)。

甬島列島では、長崎本土北西部と共通する H13 が確認された(Fig. 4-4)。長崎本土北西部において H13 を示した集団は、山頂付近や山中の岩壁で確認されたことから、漂流種子を由来とする可能性は低いと考えられた。また、H13 を示す甬島列島集団が長崎本土北西部へと分布を北上させた可能性は、長崎本土において別のハプロタイプが間に広がっていることから、直線的に両地点を結ぶ地域を経由してきた可能性は低いと考えられた。初島(1964)は、九州本土の鹿児島県においてダンギクの自生集団を確認している。このことから、かつて五島列島と分断し、九州本土へと分布を広げた祖先集団が南北へ自生地が分断されたことにより、現在の長崎本土北西部と甬島列島に分離した可能性が考えられた。

このようにして、西九州におけるダンギク自生集団の現在の地理的分布が形成されたと推察された。

4.7 甬島列島集団における Chloroplast Capture

各地域間において複数の配列変異がみられた葉緑体 DNA に対し、核 DNA の ITS 領域では不明瞭なヘテロを示す配列変異が多く、葉緑体 DNA ハプロタイプにより分類された 2 グループ間を識別する配列変異は示されなかった(Table 4-2, 4-3)。一方で、甬島列島の C103~C105 の集団では、ITS 領域において他の国内自生集団よりも Genbank 登録配列に類似した塩基配列が示された。これらの集団は、葉緑体 DNA の配列において国内サンプル

ルと近縁なハプロタイプを示した一方で、ITS 領域において国内サンプルとは明らかに異なる塩基配列を示した。このことから、甌島列島の自生集団では、Chloroplast Capture が生じた可能性が示唆された(Tsitrone *et al.*, 2003; Okuyama *et al.*, 2005)。ITS 領域において Genbank に登録された *C. incana* のサンプル採集地は、中華人民共和国福建省竜岩市という台湾の西に位置する大陸側の自生地である。もし、朝鮮半島に自生するダンギクの ITS 領域の配列が、Genbank 登録配列や甌島列島集団よりも、他の国内自生集団に類似した塩基配列を示したとすると、甌島列島と Chloroplast Capture を生じた祖先集団は、南西諸島を通じて南方から日本へと移入した可能性が考えられる。このルートを通じて日本へと移入したとされる南方系植物は、かつて南西諸島が薄い弧状となって、九州と台湾を挟んだ中国大陸との間の橋となっていた時期に分布を北上させ、その後の分断により九州や周辺の離島に遺存した植物である。南西諸島は 180~150 万年前の海退期に、中国南部と九州を陸で繋いでいたと考えられており、その後、現在に至るまで琉球北部に位置するトカラ海峡間が陸続きになることはなかったと考えられている(Ota, 1998; Otsuka, 2000)。また、この地域は主に動物において渡瀬線と呼ばれる分布境界線が存在している。一方で、Kimura(1996)は、200,000~20,000 年前(リス氷期~ウルム氷期後期)にも南西諸島の陸橋が形成されていた可能性を指摘している。また、Nakamura *et al.*(2010)は、トカラ海峡を挟んだ南北の地点において、同一のハプロタイプを確認したことから、分布境界線による地理的構造がみられなかったと述べている。この地域における接続時期に関しては諸説あることから、更なる解析が必要であると考えられた。

4.8 まとめ

西九州におけるダンギク 109 自生集団の DNA シークエンス解析により、22 の葉緑体 DNA ハプロタイプを確認し、国内自生集団における遺伝構造を明らかにした。自生集団のハプロタイプは大きく 2 グループに分類され、対馬および長崎本土、五島列島および九州本土の地域間では、早期の分断が生じたと推察された。五島列島では最も多くのハプロタイプが分布していたことから、地域内で早期に分岐し、各自生集団で分化したハプロタ

タイプが維持されてきたと考えられた。ハプロタイプネットワークにおいて地域別にグループに分類されたことから、各地域への分断はその地域内のハプロタイプが分化する前に生じたと考えられた。長崎本土北西部および甬島列島において、共通のハプロタイプが確認されたことから、かつて九州本土に分布していた祖先集団が南北に分断され、両地域へと移動したと推察された。甬島列島では、核 DNA 配列と葉緑体 DNA 配列の不一致による Chloroplast Capture が確認された。

第V章 総合考察

1. 本研究のまとめ

1.1 各章のまとめ

本研究は、絶滅危惧種であるダンギクの現在の国内分布状況を確認し、自生集団における多様性を把握することにより、植物資源としての有用性を明らかにすることを目的とした。

第II章では、西九州368地点における自生地調査をおこない、長崎県対馬で72集団、長崎本土で16集団、五島列島で16集団、および鹿児島県甬島列島で5集団の計109集団を確認した。1988年の分布調査(伊藤・川里, 1988)により報告された長崎本土および五島列島における12集団と、2007年の自生地調査により確認した対馬の自生集団の2集団は、本研究による自生地再調査において確認されなかったことから、自生地破壊による集団の消滅が生じていることが明らかになった。一方で、これまでに報告のなかった地点を含め、伊藤・川里(1988)によって報告された集団を除いて、新たに90自生集団を確認した。これらにより、国内におけるダンギク自生集団の新たな分布地図を作製した。

第III章では、採集種子を用いた同一栽培条件下での生育調査により、各自生集団が草丈や花色等において多様な表現型を示すことを確認した。各自生集団は表現型により5グループに分けられ、同地域内においても異なる表現型の示すグループが確認された。一方で、自生地環境と表現型との相関関係は示されなかったことから、各自生集団は様々な自生環境において独自に分化することにより、多様な表現型を獲得したことが推察された。

第IV章では、葉緑体および核のDNAシーケンス解析により、対馬で6タイプ、長崎本土で6タイプ、五島列島で9タイプ、および甬島列島で3タイプの計22のハプロタイプを確認した。対馬および長崎本土と、五島列島、甬島列島、および長崎本土の一部に分布する集団間において複数の配列変異が確認されたことから、これらの地域間では早期に分断が生じたことが推察された。また、長崎本土北西部と甬島列島の自生集団において共通のハプ

ロタイプを確認した。甕島列島の自生集団では、核DNA配列と葉緑体DNA配列の不一致によるChloroplast Captureを確認した。

ここで、第II章から第IV章までの調査結果を統合して、ダンギク国内自生集団における表現型とハプロタイプに関して明らかになった点をまとめる。

1.2 各地域における表現型と葉緑体DNAハプロタイプのグループ間の比較

第III章において生育調査の結果から表現型により分類したグループと、第IV章において葉緑体DNAハプロタイプの系統解析により分類したグループを比較すると、まず対馬では、6タイプのハプロタイプが分布し(Fig. 4-1)、配列変異から3グループに分類された。H1は南島南部に、H2は北島東部の一部に、H3～H6は南島北部から北島にかけて広く分布しており、各グループが地理的パターンを示していた。一方、表現型では対馬72自生集団における生育調査により5グループ(Fig. 3-5)、西九州57自生集団(うち、対馬20集団)における生育調査により2グループに分類され(Fig. 3-8)、各グループは地理的パターンを示さなかった(Fig. 3-6, 3-9)。このため、対馬島内におけるハプロタイプと表現型のグループ間の関連性は低く、同一のハプロタイプを示した集団間において異なる表現型のグループがみられたことから、南島に定着し北島へ向けて分布を拡大した後に、各自生集団が様々な自生環境に適応することにより、多様な表現型を獲得してきたと考えられた。これらの表現型と標高等の自生地環境との相関関係は示されなかったが、海岸地と内陸地の集団間において草丈に有意差が示されたことから、土壌や水分量の異なる自生環境が、環境要因のひとつとして表現型の分化に影響を与えた可能性が示唆された。

続いて五島列島では、9タイプのハプロタイプが分布し(Fig. 4-3)、他地域に比べ遺伝的多様性に富んだ地域であることが示された。この地域に定着した祖先ハプロタイプと考えられるH11およびH12を示す自生集団が南部の福江島に分布していることから、南部から北部へと分布が拡大したと推察された。表現型では中央部の1集団を除き、2グループに分類され(Fig. 3-8)、福江島では表現型のグループの地理的分布に傾向はみられなかったが、中通島では北部にFグループが、南部にHグループが分布していた(Fig. 3-9)。H12, H16,

およびH21を示した集団は、Fグループの表現型を示し、同一のハプロタイプを示した集団内では共通の表現型のグループを示した。しかし、これらのハプロタイプは、系統樹およびネットワークにおける五島列島のグループ内で異なるサブグループに属していたことから、分布形成の時期と表現型との相関は低いと考えられた(Fig. 4-5, 4-6)。このことから五島列島では対馬と同様、各集団への分断後に各自生環境への適応分化が進んだことにより、多様な表現型を獲得したと考えられた。一方で、同一のハプロタイプを示した集団が同一の表現型のグループに分類されたことから、これらの集団では同様の環境要因によって類似した表現型へ分化が生じた可能性と、近年まで接続、または種子交流が生じていた同一のハプロタイプを示す集団が分断され、現在の地理的分布を示している可能性が示唆された。

長崎本土では、6タイプのハプロタイプが分布し(Fig. 4-2)、配列変異から3グループに分類され、H7~H10は北西部の平戸島南部および南部の長崎市周辺に、H13は平戸島北部、白岳(C82)、的山大島(C109)に、H22は中央部(C83)に分布する集団において示された。H7とH8~H10を示した集団は地理的に隔絶されていたが、異なるグループとのハプロタイプの混在はみられなかった(Fig. 4-6)。表現型では、平戸島南部の1集団を除いて五島列島と共通する2グループに分類され(Fig. 3-8)、北西部ではFグループ、中央部および南部ではHグループを示す集団が多く分布する傾向がみられた(Fig. 3-9)。五島列島由来のH22を示したC83は、五島列島中通島に分布するH22を示した集団と共通するHグループの表現型を示した。一方で、甬島列島と共通する九州本土由来と考えられたH13を示した集団と、五島列島と分離後、この地域に定着した祖先ハプロタイプと考えられるH7を示した集団は共通のFグループの表現型を示す傾向がみられた。このことから、長崎本土ではハプロタイプによる分布形成時期の違いではなく、南部と北西部の自生地環境の違いに適応した地理的変異が生じており、草丈や開花の早晩性において異なる表現型へと分化したと考えられた(Fig. 3-10, Table 3-18, 3-19)。

甬島列島では、3タイプのハプロタイプが分布し(Fig. 4-4)、長崎本土北西部と共通するH13を示す祖先集団が九州本土から上甬島に移動した後、下甬島に分布を広げたと考えら

れた。表現型では、上甕島のC106を示した集団が五島列島および長崎本土に分布するFグループを示し、それ以外の4集団は、花器や花房の大きさ等において他地域と大きく異なる表現型を有するGグループを示した(Fig. 3-8, 3-9)。H13を示した長崎本土北西部と甕島列島の集団間では、異なる表現型のグループが示された。さらに、核DNAシーケンス解析の結果から、甕島列島では他地域の自生集団と異なる由来を持つ可能性が示唆された(Table 4-3)。

1.3 甕島列島におけるChloroplast Captureと表現型

第III章より、甕島列島では、かつて五島列島から九州本土に分布を広げた祖先集団が南北へ分断され、甕島列島まで移動したことで分布が形成されたと推察された。しかし、核DNAのITS領域におけるシーケンス解析の結果、甕島列島に分布するC103～C105では他地域の国内自生集団と複数の配列変異が生じており、Genbank登録配列と類似した配列を示した(Table 4-3)。また、下甕島に分布するC107では、他地域の国内自生集団とC103～105のヘテロを示す配列変異が確認された。これらの結果から、甕島列島では核DNA配列と葉緑体DNA配列の不一致によるChloroplast Captureが生じており(Tsitronne *et al.*, 2003; Okuyama *et al.*, 2005)、ITS領域においてGenbank登録された個体の採集地である、中国南部に由来する自生集団との交雑が生じた可能性が示唆された。甕島列島の自生集団においてのみ、他地域と異なる特徴的な表現型を示すGグループが示されたことは(Fig. 3-8, 3-9)国内自生集団と異なる表現型をもつ海外由来系統との交雑の可能性を支持していると考えられた。

磯野(2007)は観賞用園芸植物を中心とした渡来植物をまとめた「明治前園芸植物渡来年表」において、ダンギクの中国大陸からの渡来を記載している。ダンギクの渡来は江戸時代の1709年、1736年、1833年に記録があり、「江戸時代(18世紀)：18世紀前半には徳川吉宗政権の薬材政策のもとで中国・朝鮮から様々な薬草木が取り寄せられた。」「江戸時代(19世紀)：文政末年(1829)頃までは琉球や中国南部あたりから持ち渡られた種類が目立ち以後は蘭船の船載品が多いように思われる。」と述べていることから、ダンギクが琉球、

または中国南部より人為的に持ち込まれた可能性が示唆された。そのほか、第 IV 章で述べたように、陸橋形成期の南西諸島を通じて、南方から日本へと分布を北上させた可能性も考えられた。このように、甌島列島では九州本土を由来とする国内自生集団と、人為的な持ち込み、あるいは南方からの北上ルートを由来とする海外系統との交雑によって Chloroplast Capture が生じたことで、国内自生集団において特徴的な表現型を獲得した可能性が示唆された。

1.4 西九州全域および各地域における表現型の多様性

国内自生集団の表現型の多様性は、第 III 章の生育調査により確認された。45 項目の表現型の指標により 5 つに分類された表現型のグループは、いくつかの集団を除いて、対馬において 2 グループ、長崎本土および五島列島において 2 グループ、甌島列島において 1 グループが示された (Fig. 3-8, 3-9)。

対馬に分布する I グループおよび J グループは、他地域に比べ開花が早く、鋸歯数が多く花色が濃いという共通の傾向がみられた (Table 3-18, 3-19)。一方で、グループ間では花房数に差がみられないにも関わらず、草丈が大きく異なる傾向にあったことから、草姿に違いがみられた (Fig. 3-10)。特に、J グループはすべてのグループのなかで最も高性であり、対馬以外ではみられなかったことから、対馬特有の表現型グループであると考えられた。

長崎本土および五島列島に分布する F グループおよび H グループは、他地域に比べ葉色や花色が明るく、側枝を多くつけることで水平方向に広がる草姿を示す共通の傾向がみられた (Table 3-18, 3-19)。一方で、グループ間では開花の早晚性や茎径に有意差が示された。また、花房あたりの小花数と花房数が反比例することに加え、草丈や花穂長に有意差が示された。これらにより、F グループは長い花穂に多くの花房をつける最も矮性の性質を示し、H グループは短い花穂に小花数の多い花房を少なくつける性質を示した (Fig. 3-10)。

甌島列島に分布する G グループは、他地域と比べ開花が遅く、花器が大きく、花房が大きく、鋸歯の少ない幅の広い葉を有し、株幅が小さい傾向がみられた。これらの特徴は他地域間ではみられない、甌島列島集団に特有の表現型であることが明らかになった。

HグループとJグループは、各地域において、もう一方のグループに比べ草丈が高いという点で共通していた。しかし、Jグループは着花側枝数が少なく、地際から第一花房までの距離に対して花穂長が長いことから、垂直方向に細長く伸びる性質を示したのに対しHグループは反対の特徴をもつことから、水平方向に伸びる性質を示し、両グループは異なる草姿を示した(Fig. 3-10)。この草姿の違いや花色の濃淡は、各地域のグループ間において共通していたことから、各地域の特性であると考えられた。

1.5 国内自生集団の植物資源としての有用性

西九州に分布するダンギク自生集団の表現型は、5つのグループに分類された。ダンギクの園芸品種は、花色が青紫色、白色、桃色の3色に異なる品種のみであり、それらの品種間において草丈や開花の早晚性に差がみられるものの、着花側枝数や花房数葉の形状などによって区別された品種はほとんど作出されていない(種苗管理センター, 2004)。本研究により明らかにされたダンギク国内自生集団における表現型の変異幅は、園芸品種作出のための育種素材として有効であると考えられた。ここで、各用途に向けた園芸品種作出のための育種素材となる表現型のグループを提案する。

まず、高性で垂直方向に細長く伸びる草姿を示すJグループは、花の少ない秋から冬を彩るボーダーガーデンなどに向けた品種作出に適すると考えられる。同様に高性を示すHグループは、着花側枝数が多く、水平方向にも伸びる草姿を示すことから、広い面積を覆うことのできるガーデン向けの性質を示すと考えられる。続いて、矮性のFグループは、花房数が多く、次々と側枝を伸ばして開花期間が長く継続することから、コンパクトな鉢物品種に適した表現型として提案できる。また、Gグループは、花房が大きく、短期間に集中して開花する性質を示すことから、切花品種の作出に向けた素材として利用できる。また、花色の濃淡も各グループ間で多様性に富むことから、様々な表現型の組み合わせによる育種の提案が可能であると考えられた。そのほか、生育調査においてC33やC94など数集団において、花色が青紫以外を示す変異個体がみられたことから(Fig. 5-1, 5-2)、既存品種とは異なる草姿を示す白花や桃花品種の作出が容易になると考えられた。さらにこれ



Fig. 5-1. 白色の花色を示す変異個体(C33)



Fig. 5-2. 桃色の花色を示す変異個体(C94)

らの変異幅は、ダンギクの園芸品種作出だけでなく、ダンギクを片親とする交配種 *Caryopteris × clandonensis* の育種素材としても有効であると考えられた。

1.6 保全優先度の高い地域個体群

環境省レッドリストカテゴリーにおいて、絶滅のおそれのある地域個体群は、「①生息状況、学術的価値等の観点から、レッドデータブック掲載種に準じて扱うべきと判断される種の地域個体群で、生息域が孤立しており、地域レベルで見た場合絶滅に瀕しているかその危険が増大していると判断されるもの。②地方型としての特徴を有し、生物地理学的観点から見て重要と判断される地域個体群で、絶滅に瀕しているか、その危険が増大していると判断されるもの」という定性的要件にあたる個体群であると定義されている (Environment Agency of Japan, 2000)。本研究により明らかにされたダンギクの表現型とハプロタイプおよび自生地の現状から、保全優先度の高いこれらの地域個体群およびその範囲を考察する。

まず対馬では、表現型から西九州全体と比較すると2グループ、対馬島内で比較すると5グループに分類され、それらの地理的分布との関連はみられなかった (Fig. 3-6, 3-9)。一方で、ハプロタイプから3グループに分類され、それらの地理的分布に傾向がみられたが、表現型のグループとの関連はみられなかった (Fig. 4-1)。このため、対馬においては、表現型とハプロタイプの両方を考慮に入れた、地域個体群としてまとまった範囲を設定することは難しいと考えられた。自生地の現状として、2007～2014年の7年間ににおいても自生集団の消滅および個体数の減少が確認されたが、対馬では集団内個体数の多い大規模集団が他地域に比べて多い傾向がみられた。これらのことから、対馬では他地域に比べ、絶滅の危険は低いと考えられ、表現型およびハプロタイプにおいても、絶滅の危機にある集団のみで構成されたグループはみられなかったことから、保全の緊急性は高くないと考えられた。一方で、北島西部に分布するC36は、開花が全集団で最も早く、主茎に非常に多くの花房をつける特徴的な表現型を示し、集団内個体数が3個体の非常に小さい集団であることから、保全優先度の高い個体群であると考えられた。

続いて長崎本土では、表現型から1集団を除き2グループ、ハプロタイプから3グループに分類され、それらの地理的分布に傾向がみられた(Fig. 3-9, 4-2). 北西部の平戸島およびその周辺に分布する自生集団は共通の表現型のグループを示したが、平戸島の南北の集団間では異なるハプロタイプを示した. 伊藤・川里(1988)により報告された集団のなかで、消滅したと判断された地点の多くは、長崎本土の自生地であることから、近年の人為的な影響が大きい地域であることが示唆された. 一方で、北西部に分布する自生集団の集団内個体数は、南部に分布するグループよりも多い傾向にあり、人為的影響を受けにくいと考えられる標高の高い山中の露岩地に自生していた(Table 3-11). これらのことから、長崎本土における保全範囲として、平戸島南部のH7を示すグループ、平戸島北部およびその周辺のH13を示すグループ、中央部の海岸地におけるC83、および南部のH8~10を示すグループに分類された. 特に南部のグループでは、集団内個体数が少ない傾向にあることから保全優先度が高いと考えられた. 一方で、北西部に分布するC75は、同様の表現型を示す周辺集団と比べても、草丈が非常に低い特徴的な草姿を示す集団であり、道路沿いに数個体のみが自生している状況が確認されたことから、保全優先度の高い個体群であると考えられた.

五島列島では、表現型から1集団を除き2グループ、配列変異から複数のハプロタイプに分類されたが、表現型のグループとハプロタイプの間には関連がみられなかった(Fig. 3-9, 4-3). 南部の福江島およびその北東の久賀島に分布する5集団のうち4集団は、集団内個体数が20個体未満であり、特に、福江島西部および南部に分布するC88とC102は、五島列島において初期に定着した祖先集団に近いハプロタイプを示し、それぞれ異なる表現型グループに分類されたことから、保全優先度の高い個体群であると考えられた. 中央部の奈留島およびその北東の中通島では、集団内個体数が20個体未満の小集団のみで構成された表現型およびハプロタイプのグループがみられなかったことから、保全の緊急性は高くないと考えられた.

甕島列島では、表現型から2グループ、配列変異から3つのハプロタイプに分類された(Fig. 3-9, 4-4). 上甕島に分布するC106は、核DNAのITS領域における配列変異から他の集

団と区別され、表現型においても別のグループとして分類された。そのほかの甌島列島集団は、国内自生集団のなかで特徴的な表現型を示すことから、保全優先度の高い地域であると考えられた。特に、上甌島および中甌島に分布するC103～C105は集団内個体数が少ないことから、保全優先度の高い個体群であると考えられた。

これらの地域個体群は、同一の表現型のグループを示した長崎本土と五島列島の自生集団間においても、葉緑体DNAハプロタイプが異なることから、国内自生集団における遺伝的多様性を維持するために、別の地域個体群として保全すべきであると考えられた。また、ダンギクの低い種子散布能力および岩隙植物としての生態から、同一のハプロタイプを示した地域内においても、集団間で表現型のグループが異なる場合、可能な限り細かく分類した範囲で保全すべきであると考えられた。自生地調査により、ダンギク自生集団において人為的な自生地破壊による消滅、および集団内個体数の減少を確認した。このような人為的な環境変化に対し植物種の応答は遅れることから、潜在的な絶滅危機(extinction debt)は現在の自生状況よりも進んでいることが推察される(Tilman *et al.*, 1994; Helm *et al.*, 2009)。これらにより、ダンギクにおける保全優先度の高い地域個体群およびその範囲は各地域間だけでなく、各地域内においても細かく設定されるべきであり、早急な対応が必要であると考えられた。

1.6 まとめ

本研究により、西九州においてダンギク109自生集団を確認し、近年における自生状況を明らかにした。これらの自生集団は、5グループの表現型と、22の葉緑体DNAハプロタイプに分類され、地域間だけでなく、地域内においても多様な変異を示すことを確認した。これらの多様性は、西九州において祖先集団が各地域へと分断後、各自生環境に適応し分化することで獲得した結果だと考えられた。自生集団における多様な表現型は、それぞれの特性を利用した園芸品種作出などの植物資源として有効に活用できると考えられた。

2. 今後の展望

現在では様々な遺伝的解析手法により、モデル植物以外においても多様性に関する有効な情報を得ることが可能になりつつある。特に共優性マーカーであるSSRマーカーの開発技術が身近になったことで、より細かなハプロタイプ検出による系統解析や、各集団間の遺伝子流動の実態を探ることが可能になると考えられる。また、それらの系統情報から、現在流通する園芸品種の起源を推定することが可能になるとともに、これまでに利用されていない地域の自生集団を活用することができると考えられる。さらに、海外の自生個体の系統解析によって祖先系統や、南方ルートの可能性を確認することが可能になると考えられる。そのほか、交配実験による各表現型の遺伝性の調査や、機能性成分を指標とした各自生集団の比較は、植物資源としての基礎的情報の蓄積に貢献できると考えられる。それらの植物資源としての表現型およびハプロタイプの多様性を維持した保全のため、自生状況と合わせて、絶滅のおそれのある地域個体群を設計する必要があると考えられた。本研究により得られた結果は、絶滅危惧種としての保全や、有用な植物資源としての活用に役立てられると考えられた。

引用文献

- Abu-Asab, M.S., Cantino, P.D., Nowicke, J.W. and Sang, T. (1993) Systematic implications of pollen morphology in *Caryopteris* (Labiatae). *Systematic Botany*, 18: 502-515.
- Cantino, P.D., Wagstaff, S.J. and Olmstead, R.G. (1999) *Caryopteris* (Lamiaceae) and the conflict between phylogenetic and pragmatic considerations in botanical nomenclature. *Systematic Botany*, 23: 369-386.
- Charlesworth, D. and Charlesworth, B. (1987) Inbreeding depression and its evolutionary consequences. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18: 237-268.
- Chu, S.S., Liu, Q.Z., Zhou L., Du, S.S. and Liu, Z.L. (2011) Chemical composition and toxic activity of essential oil of *Caryopteris incana* against *Sitophilus zeamais*. *African Journal of Biotechnology*, 10: 8476-8480.
- Clement, M., Posada, D. and Crandall, K.A. (2000) TCS: a computer program to estimate gene genealogies. *Molecular Ecology*, 9: 1657-1659.
- Doyle, J.J. and Doyle, J.L. (1987) A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, 19: 11-15.
- Drew, B.T. and Sytsma, K.J. (2011) Testing the monophyly and placement of *Lepechinia* in the tribe Mentheae (Lamiaceae). *Systematic Botany*, 34: 1038-1049.
- Drew, B.T. and Sytsma, K.J. (2012) Phylogenetics, biogeography, and staminal evolution in the tribe Mentheae (Lamiaceae). *American Journal of Botany*, 99: 933-953.
- Environment Agency of Japan. (2000) Threatened Wildlife of Japan, Red Data Book 2nd Edition. *Japan Wildlife Research Center*, 8: 521.
- Furukawa, M. and Fujitani, T. (2014) Comparative study on Pleistocene paleogeographic maps of Ryukyu arc. *Bulletin of the Faculty of Science, University of the Ryukyus*, 98: 1-8.
- Gao, J. and Han, G. (1997) Cytotoxic abietane diterpenoids from *Caryopteris incana*. *Phytochemistry*, 44: 759-561.

- Gao, J., Igalashi, K. and Nukina, M. (1999) Radical scavenging activity of phenylpropanoid glycosides in *Caryopteris incana*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 63: 983-988.
- Gao, J., Igarashi, K. and Nukina, M. (2000) Three new phenylethanoid glycosides from *Caryopteris incana* and their antioxidative activity. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 48: 1075-1078.
- Hall, T.A. (1999) BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41: 95-98.
- Harrison, S.P., Yu, G., Takahara, H. and Prentice, I.C. (2001) Palaeovegetation (communications arising): Diversity of temperate plants in East Asia. *Nature*, 413: 129-130.
- 初島 住彦. (1964) 鹿児島県の植物. 鹿児島県理科教育協会, 35-88.
- Helm, A., Oja, T., Saar, L., Takkis, K., Talve, T. and Partel, T. (2009) Human influence lowers plant genetic diversity in communities with extinction debt. *Journal of Ecology*, 97: 1329-1336.
- Hilu, K.W. and Liang, H. (1997) The *matK* gene: Sequence variation and application in plant systematic. *American Journal of Botany*, 84: 830-839.
- Horikawa, Y. (1972) Atlas of the Japanese flora : an introduction to plant sociology of East Asia. Gakken, Tokyo.
- Huang, M., Crawford, D.J., Freudenstein, J.V. and Cantino, P.D. (2008) Systematics of *Trichostema* (Lamiaceae): Evidence from ITS, *ndhF*, morphology. *Systematic Botany*, 33: 437-446.
- 井上 頼数. (1982) 最新園芸大辞典第3巻. 誠文堂新光社.
- 井鷲 裕司, 陶山 佳久. (2013) 生態学者が書いた DNA の本 メンデルの法則から遺伝情報の読み方まで. 文一総合出版.
- 磯野 直秀. (2007) 明治前園芸植物渡来年表. *The Hiyoshi review of the natural science*, 42: 27-58.
- 伊藤 秀三, 川里 弘孝. (1988) 西九州におけるダンギク(クマツヅラ科)の分布と生態. *Hikobia*, 10: 135-143.

- 伊藤 秀三. (1997) 総説:日韓海峡域の植物と植生の地理学. 長崎大学教養部紀要 自然科学篇, 38: 25-51.
- 亀山 章. (2006) 生物多様性緑化ハンドブック 豊かな環境と生態系を保全・創出するための計画と技術. 地人書館.
- Keller, L.F. and Waller, D.M. (2002) Inbreeding effects in wild populations. *TRENDS in Ecology and Evolution*, 17: 230-241.
- Kimura, M. (1996) Quaternary paleogeography of the Ryukyu arc. *Journal of Geography*, 105: 259-285.
- Kimura, M. (2000) Paleogeography of the Ryukyu Islands. *Tropics*, 10: 5-24.
- Kimura, A. and Kimoto, K. (2006) History of the inflow of the warm Tsushima Current into the Sea of Japan between 3.5 and 0.8 Ma. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 236: 355-366.
- Lassner, M.W., Peterson, P. and Yoder, J.I. (1989) Simultaneous amplification of multiple DNA fragments by polymerase chain reaction in the analysis of transgenic plants and their progeny. *Plant Molecular Biology Reporter*, 7: 116-128.
- Li, J. and Wang, Y. (2004) Synthesis of Trisaccharide of Incanoside from *Caryopteris incana*. *Synthetic Communications*, 34: 515-522.
- 牧野 富太郎, 前川 文夫, 原 寛, 津山 尚. (1961) 牧野新日本植物図鑑. 北隆館.
- Miller, D. (2007) RHS Plant Trials and Assessments *Caryopteris*. *Supplementary to RHS Trials and Awards 2*.
- 宮下 直, 井鷲 裕司, 千葉 聡. (2012) 生物多様性と生態学 ー遺伝子・種・生態系ー. 朝倉書店.
- Nakamura, K., Denda, T., Kokubugata, G., Suwa, R., Aleck-Yang, T.Y., Peng, C.I. and Yokota, M. (2010) Phylogeography of *Ophiorrhiza japonica* (Rubiaceae) in continental islands, the Ryukyu Archipelago, Japan. *Journal of biogeography*, 37: 1907–1918.
- Nakanishi, H. (1996) Plant species with northbound distribution in western-Kyushu, Japan:

- definition, composition and origin. *Acta Phytotaxonomica et Geobotanica*, 47: 113-124.
- Nakanishi, H. (2010) Distribution and ecology of islet biased plants in northern Kyushu, Japan. *Vegetation Science*, 27: 1-9.
- 難波 恒雄. (1980) 原色和漢薬図鑑. 保育社.
- Okuyama, Y., Fujii, N., Wakabayashi, M., Kawakita, A., Ito, M., Watanabe, M., Murakami, N. and Kato, M. (2005) Nonuniform concerted evolution and chloroplast capture: Heterogeneity of observed introgression patterns in three molecular data partition phylogenies of Asian *Mitella* (Saxifragaceae). *Molecular Biology and Evolution*, 22: 285-296.
- Ohshima, K. (1990) Geological survey of Japan the history of straits around the Japanese Islands in the late-quaternary. *Japan Association for Quaternary Research*, 29: 193-208.
- Ota, H. (1998) Geographic patterns of endemism and speciation in amphibians and reptiles of the Ryukyu Archipelago, Japan, with special reference to their paleogeographical implications. *Researches on Population Ecology*, 40: 189-204.
- Otsuka, H. and Takahashi, A. (2000) Pleistocene vertebrate faunas in the Ryukyu Islands: Their migration and extinction. *Tropics*, 10: 25-40.
- Park, Y.C., Kitade, O., Schwarz, M., Kim, J.P. and Kim, W. (2006) Intraspecific molecular phylogeny, genetic variation and phylogeography of *Reticulitermes speratus* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Molecules and cells*, 21: 89-103.
- Qian, H. and Ricklefs, R.E. (2000) Large-scale processes and the Asian bias in species diversity of temperate plants. *Nature*, 407: 180-182.
- Shaw, J., Lickey, E.B., Beck, J.T., Farmer, S.B., Liu, W., Miller, J., Siripun, K.C., Winder, C.T., Schilling, E.E. and Small, R.L. (2005) The tortoise and the hare II: Relative utility of 21 noncoding chloroplast DNA sequences for phylogenetic analysis. *American Journal of Botany*, 92: 142-166.
- Shaw, J., Lickey, E.B., Schilling, E.E. and Small, R.L. (2007) Comparison of whole chloroplast genome sequences to choose noncoding regions for phylogenetic studies in angiosperms: The

- tortoise and the hare III. *American Journal of Botany*, 94: 275-288.
- Shi, S., Du, Y., Boufford, D.E., Gong, X., Huang, Y., He, H. and Zhong, Y. (2003) Phylogenetic position of *Schnabelia*, a genus endemic to China: Evidence from sequences of cpDNA *matK* gene and nrDNA ITS regions. *Chinese Science Bulletin*, 48: 1576-1580.
- 外山 三郎, 堀川 芳雄, 吉岡 邦二, 伊藤 秀三. (1968) 男女群島の植生. 長崎県文化財調査報告第6集 男女群島特別調査報告, 34-57.
- 外山 三郎. (1977) 壱岐の植物—壱岐に分布する高等植物. 長崎県生物学会, 95-114.
- Stephens, P. A., Sutherland, W. J. and Freckleton, R. P. (1999) What is the allee effect? *Oikos*, 87: 185-190.
- 種苗管理センター. (2004) 平成14年度 種苗特性分類調査報告書 だんぎく.
- Taberlet, P., Gielly, L., Pautou, G. and Bouvet, J. (1991) Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. *Plant Molecular Biology*, 17: 1105-1109.
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipowski, A. and Kumar, S. (2013) MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*, 30: 2725-2729.
- Tilman D., May R.M., Lehman C.L. and Nowak M.A. (1994) Habitat destruction and the extinction debt. *Nature*, 371: 65-66.
- Tsitrone, A., Kirkpatrick, M. and Levin, D.A. (2003) A model for chloroplast capture. *Evolution*, 57: 1776-1782.
- 渡邊 静夫. (1994) 園芸植物大事典 1. 小学館.
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S. and Taylor, J. (1990) Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis, M.A., Gelfand, D.H., Shinsky, J.J. and White, T.J., Eds., *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*, Academic Press, Inc., New York, 315-322.
- Zhao, D.P., Matsunami, K. and Otsuka, H. (2009) Iridoid glucoside, (3R)-oct-1-en-3-ol glycosides, and phenylethanoid from the aerial parts of *Caryopteris incana*. *Journal of Natural Medicines*, 63: 241-247.

謝辞

本研究を遂行するにあたり、主指導教員である渡辺均准教授には、終始暖かい激励と懇切なるご指導を賜りました。ここに謹んで感謝と敬意を表します。

学位論文審査において、貴重なご指導とご助言を賜りました主査の三吉一光教授，副査の木庭卓人教授，小林達明教授に心より御礼を申し上げます。

花卉園芸学研究室の安藤敏夫名誉教授，國分尚准教授，松原紀嘉元助教には，入室してから数々のご指導をいただき，謹んで感謝と敬意を表します。

花卉園芸学研究室の先輩であり，本研究の協力者である谷口彰登氏，桑原和章氏に心より感謝申し上げます。

最後に，共に切磋琢磨してきた本学花卉園芸学研究室の博士の黒沼尊紀氏，修士および学部生の皆様，本研究に多大なる協力をいただいた後輩の神近英一氏，羽生友多氏，斎藤宏二郎氏に心から厚く感謝します。