

論 説

## 耕地面積と耕作放棄地の変化の要因分析

稲 葉 弘 道

### 目 次

1. はじめに
2. 耕地面積の変化の推移
3. 千葉県の旧市町村別データによる耕地面積の変化
4. おわりに

### 1. はじめに

わが国の食料自給率は低迷している。供給量熱量ベースの食料自給率については、低下を続け、現在は40%を数年継続している。下げ止まりとも思えるが、今後の上昇が望めるかという点、その展望は現状ではない。自給率が低いのは国土が狭く、一方、人口が多いことが原因ではあるが、個別品目の自給率には米などのように構造的に過剰な品目も多い。水田の休耕や効率の劣る他作物への転作の他、耕地利用率<sup>1)</sup>の低下、あるいは耕作放棄地<sup>2)</sup>の増加などにより耕地を十分には活用していない。原因としては狭小な圃場、傾斜地、あるいは農業従事者の高齢化などが

---

1) 耕地利用率=作付延べ面積/耕地面積 (7月15日現在)

2) 過去1年以上作物を栽培せず、しかもここ数年の間に再び耕作する明確な意思のない土地のこと。ただし、数年放置し原野化したものは含まない。

ある。

本稿では農業生産の最も基本的な資源である、耕地面積に焦点をあわせてその変化と関連する要因との分析を行ない、耕地の効率的利用の可能性を探る。

## 2. 耕地面積の変化の推移

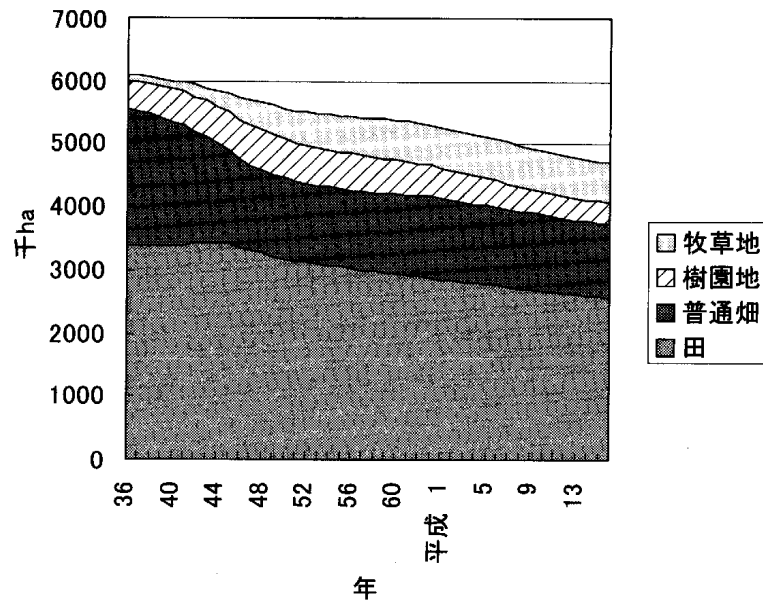
第二次大戦期以前のわが国農業は、農家戸数、就業人口そして耕地面積について不変<sup>3)</sup>であるといわれていた。農家戸数と就業人口については、一戸当たり1haにも満たない零細なわが国農業にとって、長男1人に家業（農業）を継がせることが、一戸当たりの規模の縮小を食い止める手段として機能したからである。しかし、わが国農業は昭和30年代以降、大きく変化した。農家戸数、就業人口そして耕地面積も大きく減少した。

昭和36年から平成16年までの43年間の耕地面積（第1図、第2図）の減少率は、全国の0.59%に対して千葉は0.86%で0.27ポイント大きい（第1表）。千葉県の減少が大きいのは普通畑である。全国、千葉とも昭和30年代前半の増加期を経て、高度経済成長に移行に伴い、減少に転じているのである。全国では高度成長期の昭和40年代と平成ひとけた代の減少率が1%に迫っている（第3図）。千葉においては高度成長期以降も減少が継続している。特に昭和49年から昭和51年までは2%を上回る減少である。全国では昭和48年から49年にかけての第1次世界石油危機とともに耕地面積の減少が頭打ちに転じたのに対して、千葉県では首都圏という地域性から旺盛な住宅需要等などにより田畑のかい廃が高水準で継続したのである。最近では、全国および千葉とも減少率は下がっ

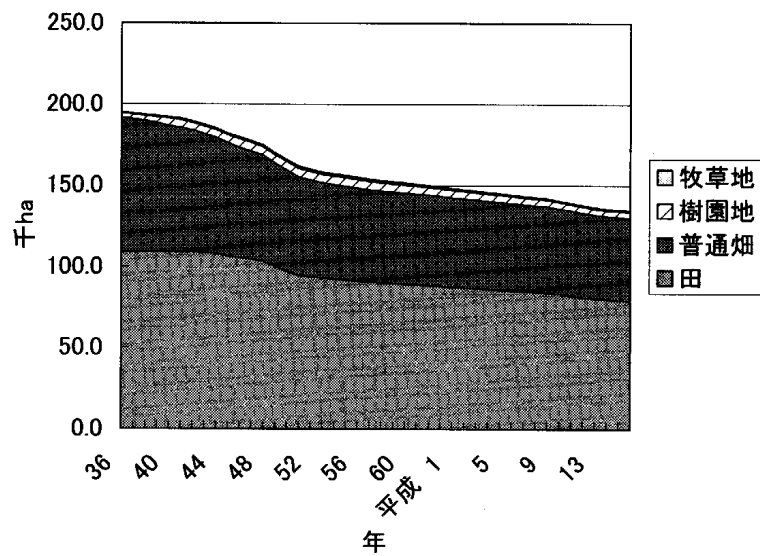
---

3) 日本農業不変の3大基本数字とは、耕地600万町歩、農家550万戸、農業従事者1,400万人のこと。横井時敬がいった。昭和30年代前半までの日本農村は基本的にはこの数字をおおむね維持していた。

第1図 耕地面積の推移 (全国)



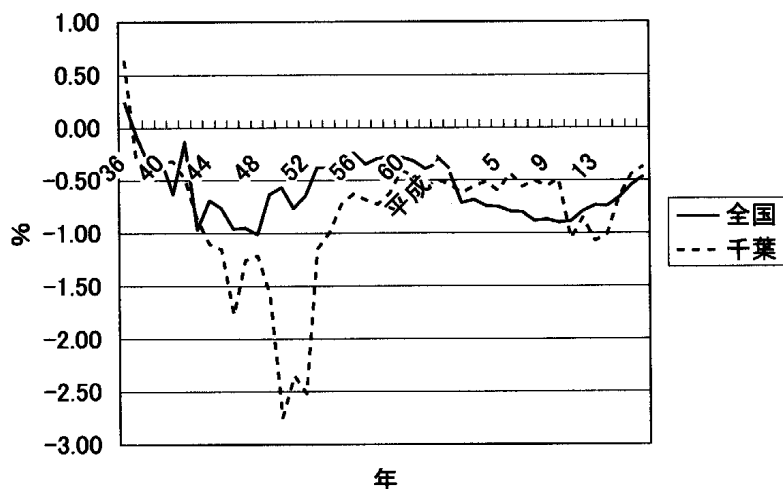
第2図 耕地面積の推移 (千葉県)



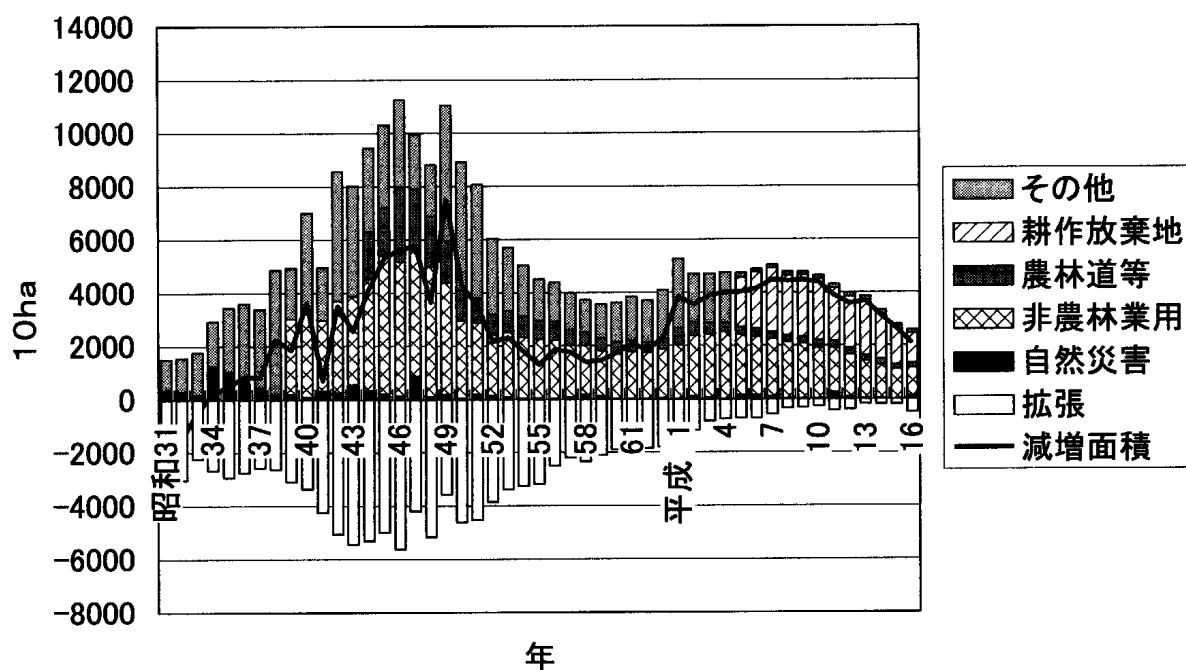
第1表 耕地面積の年平均変化率 (昭和36年—平成16年) 単位：%

	耕地計	田	畑			
			普通畑	樹園地	牧草地	
全国	-0.59	-0.64	-0.54	-1.42	-0.69	4.89
千葉	-0.86	-0.75	-1.00	-1.10	0.58	0.75

第3図 耕地面積の変化率



第4図 耕地面積の拡張・かい廃（全国）



てきてはいるものの、減少が止まっているわけではない。

耕地面積の増減の内訳について考える。第4図が全国の昭和31年以降の拡張とかい廃<sup>4)</sup>面積を示してある。拡張はマイナス方向に、かい廃はプラス方向に内訳別に示し、拡張とかい廃の差し引きである減増面積を折れ線で表示してある。つまり、減増面積がプラスということは耕地面積の減少を意味する。なお、かい廃の内訳のうち、非農林業用とは工業

第2表 人為かい廃とGDP成長率との相関

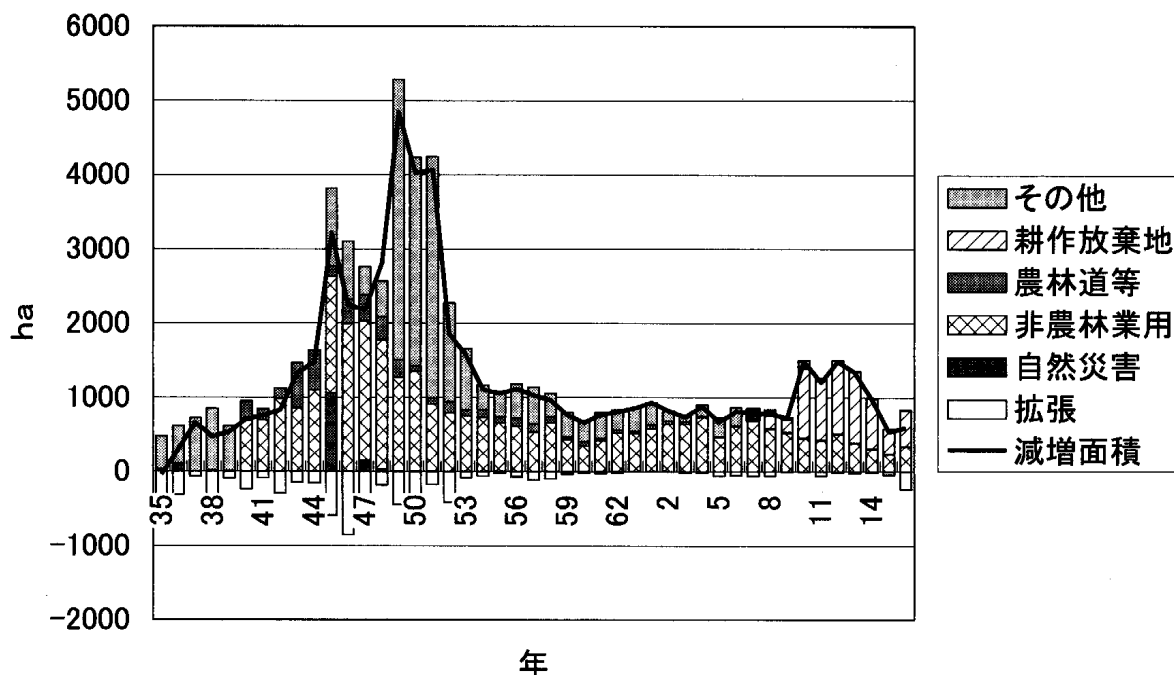
	人為かい廃	非農林業用	農林道等	その他	GDP成長率
人為かい廃	1.000				
非農林業用	0.931	1.000			
農林道等	0.665	0.678	1.000		
その他	0.767	0.513	0.471	1.000	
GDP成長率	0.068	0.522	0.726	0.071	1.000

用地、道路・鉄道用地および宅地等であり、農林道等には植林等も含まれる。ただし、非農林業用の内訳があるのは昭和39年以降で、それ以前はその他に含まれているし、農林道等の内訳は昭和44年以降で、それ以前はその他に計上してある。耕作放棄地は平成5年よりその他から区分してある。平成5年以降のその他に占める耕作放棄地の割合は91%から95%、平均94%であるので、平成4年以前のその他の多くも耕作放棄地と推察される。特に、耕作放棄地のデータの無い時期の昭和50年代後半以降のその他は低水準であった。つまり、耕作放棄があったとしても低水準であったが平成10年前後には耕作放棄地が高水準になっている。これは、バブル崩壊により非農林業用への転用が減少する中で、労働力の高齢化等の影響もあり、結果的に耕作放棄地の増加になったのであろう。しかし、最近はかい廃の水準は低くなっている。

第2表は人為かい廃の計及びその内訳と経済の動きとの関係を見るため、GDP成長率との相関をみたものである。人為かい廃計とその内訳の相関が高いことは分かるが、GDP成長率との相関がほとんどないことである。しかし、内訳である農林道等と非農林業用とGDP成長率と

- 
- 4) かい廃とは田又は畑が他の地目に転換し、作物の栽培が困難となった状態の土地をいう。

第5図 耕地の拡張・かい廃（千葉）



の相関は多少はある。これは、農林道等と非農林業用のかい廃は別の経済的な理由から行なわれているからである。つまり、非農林業用のうちの4分の3程度は宅地等であり、農林道等は公共事業との関連で変化しているからであろう。

第5図が千葉についての昭和36年以降の拡張とかい廃面積を示した図である。図の説明は全国と同様である。かい廃の内訳が示されていない場合はすべてその他に含まれているので注意する。全国と比べては、拡張面積が少ない<sup>5)</sup>。また、全国でのかい廃面積が多かったのは昭和40年代の中ごろであるが、千葉県は昭和49年から昭和51年がピークである<sup>6)</sup>。耕作放棄地が内訳として計上される平成7年以降ではかい廃のほとんどは耕作放棄地である。特に、多い平成10年以降はかい廃面積のおおむね

5) 首都圏に位置するため大規模な開墾等がないためであろう。

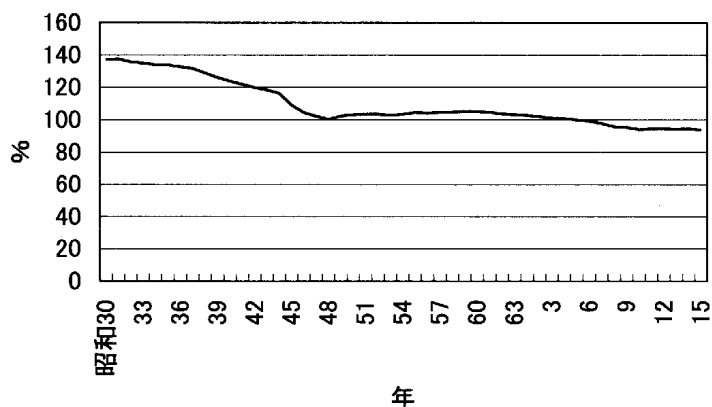
6) 高度成長期から安定成長期に移行することにより全国的にはかい廃が減少するが、首都圏に位置する千葉県は旺盛な住宅需要があったのであろう。

6割から7割は耕作放棄地である。

わが国の供給量ベースでの食料自給率は40%である。今後、自給率の向上を目指すならば、農業の根本である耕地のかい廃を食い止めねばならない。近年のかい廃の半数以上が耕作放棄地である。非農林業用などへの転用はいったんかい廃すれば、農地への復帰は不可能である。しかし、耕作放棄地も年限が立てば農地への復帰は困難になるが、復帰は可能である。今後、耕地の減少を食い止めは不可能としても、耕作放棄地をいかなる形で農地に復帰可能な形で維持するかである。

また、農地が十分に活用されているかも考えなければいけない。それは、耕地利用率の向上であるし、農地の貸借をすすめ、意欲のある農業者への農地の集積である。耕地利用率を示したのが、第6図である。昭和30年代の前半には140%近くあった耕地利用率も減少を続け、高度成長期の末である昭和47年には100%を上回ることを、わずかに、0.3ポイントまで減少した。その後、多少、上昇するものの、近年では100%を割り、平成15年には94%にまで落ち込んでいる。一部の作物が1年に複数回の耕作ができることを考えれば、現時点では耕作放棄地ではないものの、耕作放棄地の多数の予備軍が存在することを示している。耕地利用率低下の原因の一つは田の二毛作が行なわれなくなったことが大きい。高齢化等の影響が大きいですが、田植え機の普及は、小さな苗のうちから田植え

第6図 耕地利用率 (全国)



せねばならず、田植えの時期が早くなったことが大きいと思える。田植え機の利用を前提とすれば、麦類などの冬作は難しいのであるが、少しでも、耕地利用率を上げる工夫が必要がある。

### 3. 千葉県における耕作放棄地の分析

前節では、耕地面積の減少を全国と千葉県について検討した。高度成長期に比較すると耕地面積の減少は少なくなって入るが、その減少に歯止めはかかっている。現時点での大きな問題は耕作放棄地と耕地利用率の低下であることを指摘した。

農地の効率的な利用を考えるなら、耕作放棄地や耕地利用率のほか、農地の貸借により意欲のある農家に農地の集積なども必要である。耕作放棄の現状を2000年農林業センサスのデータのうち、千葉県の旧市町村別データを基に耕作放棄地の現状を分析する。

旧市町村別データを用いたのは、合併とにより新市町村では大変大きな市町村もあり、そのような広範囲の地域では、様々な農業が存在し、その地域を代表するような数値となっているかは疑問がある。単なる、複数の異質の集団による平均値でしかないであろう。逆に、集落別では少数の農家しか存在しない集落では公表されていない項目<sup>7)</sup>も多いので、旧市町村でのデータを利用することにした。なお、一部のデータは集落カードのデータを旧市町村に集計したデータを利用した。

分析に使用する旧市町村別データについて説明する。千葉県における2000年農林業センサスの旧市町村別データ、および集落別カードにより各種変数を抽出し、さらに、それらの変数から分析指標となる変数を加工し追加した。第3表がその変数の一覧表である。

---

7) 農家戸数が5戸未満の集落は欠落するし、5戸以上の集落でも、部門別に細分化された項目は秘匿され、表示されないことも多い。また、少数農家による数値は少なさから数値自体が安定しない。



集落別カードのデータではなく、旧市町村データによる分析としたが、耕地の傾斜コード（田・畑・樹園地傾斜度）や標高は集落別カードを利用した。

分析用の変数には耕地の利用に関係するであろう変数を集めた。分析用に加工した変数は旧市町村の農業規模に左右されない変数を作成した。農業規模は土地面積の合計等に左右されるものであるが、耕作放棄など

第3表 変数一覧表

No	区 分	変数名	内 容	千葉県平均	分析用
1	コ ー ド	C01	旧市町村コード		
2		C02	地域類型（旧市区町村）		○
3		C03	単一経営コード		○
4		C04	田傾斜度		○
5		C05	畑傾斜度		○
6		C06	樹園地傾斜度		○
7	全体指標	X01	地域の農家率	5.91	○
8		X02	総面積〔総〕	99,967	
9		X03	総農家数	91,850	
10		X04	1戸当たり耕地面積（総）	1.09	
11		X05	経営耕地総面積（販売）	96,942	
12		X06	販売農家数	76,042	
13		X07	1戸当たり耕地面積（販売）	1.27	○
14	農家&労働	N01	販売農家率	82.8	○
15		N02	主業農家率	27.60	○
16		N03	65歳未満主業農家率	25.65	○
17		N04	準主業農家率	25.81	○
18		N05	副業農家率	46.60	○
19		N06	専業農家率	19.2	○
20		N07	第1種兼業農家率	17.0	○

耕地面積と耕作放棄地の変化の要因分析

21		N08	第2種兼業農家率	63.7	○
22		N09	専従者あり農家率	53.3	○
23		N10	専従者あり(65歳未満)農家率	36.4	○
24		N11	投下労働1単位以下率	43.9	○
25		N12	同居後継者のいる農家率	62.1	○
26		N13	1戸当たり自家農業にだけ従事した人数	1.67	○
27		N14	1戸当たり農業就業人口計	1.78	○
28		N15	1戸当たり農業就業人口65歳以下 計	0.38	○
29		N16	農業就業人口平均年齢	60.8	○
30		N17	常雇い雇入れた農家率	1.58	○
31		N18	臨時雇入れた農家率	11.40	○
32		N19	手間替え・ゆい・手伝い雇入れた農家率	8.10	○
33		N20	稲を作った農家数に対する請け負わせ農家率	57.4	○
34		N21	稲を作った農家に対する水稲作業請け負った農家率	5.2	○
35	経営	M01	特化係数・単一経営割合稲作	1.0000	○
37		M02	特化係数・単一経営割合麦いも工芸野菜	1.0000	○
38		M03	特化係数・単一経営割合果樹花き養蚕	1.0000	○
39		M04	特化係数・単一経営割合畜産	1.0000	○
40		M05	単一経営率	71.9	○
41		M06	準単一複合経営率	18.8	○
42		M07	複合経営%	4.2	○
43		M08	農産物を販売しなかった農家%	5.2	○
44		M09	一戸当たり販売金額	347	○
45		M10	田があり稲を作った農家率	97.4	○
46		M11	施設のある農家率	11.6	○
47		M12	乳用牛飼養農家率	2.0	○
48		M13	肉用牛飼養農家率	0.7	○
49		M14	豚飼養農家率(%)	0.7	○

50		M15	稲を作った田の面積率	89.0	○
51	耕 地	L01	実借入農家率 (総)	27.69	
52		L02	借入面積率 (総)	16.1	
53		L03	実借入農家率 (販売)	31.55	
54		L04	借入面積率 (販売)	16.51	○
55		L05	実貸付農家率 (総)	21.64	
56		L06	貸付面積率 (総)	7.98	
57		L07	貸付農家率 (販売)	19.63	
58		L08	貸付面積率 (販売)	5.90	○
59		L09	耕作放棄実農家数 (総)	37,109	
60		L10	耕作放棄実農家率 (総)	40.40	
61		L11	耕作放棄面積 (総)	9,556	
62		L12	耕作放棄面積率 (総)	9.56	
63		L13	耕作放棄実農家数 (販売)	29,553	
64		L14	耕作放棄農家率 (販売)	38.86	
65		L15	耕作放棄面積 (販売)	7,623	
66		L16	耕作放棄面積率 (販売)	7.86	
67		L17	集落当たり農家数 (戸)	26.0	○
68		L18	耕地が減少した農業集落率	61.34	○
69		L19	耕地を転用した農業集落率	34.5	○
70		L20	転用割合・道路	11.2	○
71		L21	転用割合・住宅敷地	71.7	○
72		L22	転用割合・工場敷地	2.6	○
73		L23	転用割合・公共施設用地	4.5	○
74		L24	転用割合・山林 (植林)	0.7	○
75		L25	転用割合・その他	9.4	○
76		L26	耕作放棄地, 原野化したもの等で減少した農業集落率	26.81	
77		L27	中心地の標高		○

は旧市町村の農業規模ではなく、旧市町村の農業の量的（規模）というより質的な特質から決まると考えたからである。

それらの変数は変数名の頭文字により区分している。変数名の頭文字がCはコード化されているもの、Xは耕地面積と農家についての地域の全体的な指標を、Nは農家と労働に関わるもの、Mは経営部門に関して、Lは耕地について、最後のVは集落機能に関わるものである。

変数の内容説明で「(総)」とあるのは、総ての農家について、「(販売)」とあるのは、販売農家である<sup>8)</sup>。特に、その記述がない場合で、総農家と販売農家の両方の統計データがあり、総農家か販売農家の区分が必要なものは販売農家についてである。

分析用に使ったデータの概要が第4表である。旧市町村のうち、2000年時点で耕地面積が皆無あるいは少数農家の秘匿処置のために数値が公表されていない市町村を除けば、耕地面積等が表示されているのは341

第4表 分析用データの概要

	旧市町村数	戸 数		耕地面積	
		総農家	販売農家	総農家	販売農家
県 全 体	349	91,850	76,042	99,967	96,942
公表サンプル	341	91,463	75,790	99,733	96,742
	97.7	99.6	99.7	99.8	99.8
分析用サンプル	324	91,159	75,588	99,488	96,514
	92.8	99.2	99.4	99.5	99.6

注) 公表サンプルとは、旧市町村別で公表されているサンプル。

分析用サンプルとは分析に使ったサンプル。

公表サンプルと分析用サンプル蘭の上段は実数、下段は県全体に対する割合。

8) 農家とは10a以上の農業を営むか、年間15万というの農産物販売金額があるものをいう。また、販売農家は経営耕地面積が30a以上か年間50万円以上の販売金額がある農家をいう。

の旧市町村である。このサンプルを「公表サンプル」と呼ぶことにする。さらに、数値が表示されている旧市町村であっても、農家数等が極めて少ない旧市町村もある。例えば、最も農家数の少ない旧市町村は農家数5である。このような農家数の少ない旧市町村は特異値といえる値となる可能性もあり、全体の結果を予期せぬ方向に導くこともある。そこで、分析用のデータとしては農家数の少ない旧市町村を分析用のデータとして除いた。農家数が25以下のサンプルを除いた。結果、サンプルは324、つまり、17個の旧市町村を除くことにした。公表サンプルから約5%のサンプルを削除したサンプルを分析用サンプルと呼ぶことにする。

5%のサンプルを削除することでデータの安定性が得られるかを確認しよう。各変数の標準偏差を、公表サンプルと分析用サンプルごとに計算し、公表サンプルに対する分析用サンプルの比を計算した。その結果を第5表に示した。比の平均は0.958であり、1を超えるものはわずか4変数で、全体の5%程度である。ほとんどが1以下であるということ

第5表 標準偏差の比 (分析用/公表)

No	下限値	上限値	頻度
1	—	0.88	4
2	0.88	0.9	1
3	0.9	0.92	4
4	0.92	0.94	4
5	0.94	0.96	15
6	0.96	0.98	23
7	0.98	1	18
8	1	1.02	1
9	1.02	1.04	3

注) C (コード) の変数は除く

は、削除したサンプルの中には、異常値的な値が多く含まれていたことが、推察されよう。ただし、農家数など規模の大きさが影響する変数では公表サンプルの標準偏差が大きいのは当然の結果であるので、このことは差し引かねばならないが、第3表のほとんどの変数は規模には影響されない割合などの変数である。

耕作放棄がわが国の食料需給を考える上で、大きな問題である。そこで、販売農家の耕作放棄面積率（耕作放棄面積／経営耕地総面積）について検討する。県の耕作放棄面積率は7.9%である。旧市町村について、度数分布表にしたのが第6表である。最頻値は7.5%である。耕作放棄面積率が20%までに9割以上が含まれる。50%を超える旧市町村も2つある。

耕作放棄面積率はどのような変数との関連があるのであろう。その関

第6表 耕作放棄面積率の分布

No	下限値	上限値	旧市町村数	相対度数	累積度数
1	0	5	73	22.5	22.5
2	5	10	126	38.9	61.4
3	10	15	66	20.4	81.8
4	15	20	29	9.0	90.7
5	20	25	12	3.7	94.4
6	25	30	11	3.4	97.8
7	30	35	3	0.9	98.8
8	35	40	2	0.6	99.4
9	40	45	0	0.0	99.4
10	45	50	0	0.0	99.4
11	50	55	2	0.6	100.0
12	計		324		

第7表 耕作放棄面積率と相関関係が存在する変数

変数名	内 容	相関係数
L12	耕作放棄面積率 (総)	0.97
L10	耕作放棄実農家率 (総)	0.78
L14	耕作放棄農家率 (販売)	0.77
L26	耕作放棄地, 原野化したもの等で減少した農業集落率	0.53
C05	畑傾斜度	0.41
C04	田傾斜度	0.41
L11	耕作放棄面積 (総)	0.39
N16	農業就業人口平均年齢	0.37
L27	中心地の標高	0.35
C06	樹園地傾斜度	0.35
M08	農産物を販売しなかった農家%	0.32
M03	特化係数・単一経営割合果樹花き養蚕	0.31
N05	副業農家率	0.30
L09	耕作放棄実農家数 (総)	0.30
L15	耕作放棄面積 (販売)	0.29
L18	耕地が減少した農業集落率	0.28
	(省 略)	
N21	稲を作った農家に対する水稻作業請け負った農家率	-0.21
L01	実借入農家率 (総)	-0.22
N10	専従者あり (65歳未満) 農家率	-0.22
L21	転用割合・住宅敷地	-0.24
N03	65歳未満主業農家率	-0.25
M06	準単一複合経営率	-0.26
L19	耕地を転用した農業集落率	-0.26
M09	一戸当たり販売金額	-0.27
N02	主業農家率	-0.27
X06	販売農家数	-0.29
N15	1戸当たり農業就業人口65歳以下 計	-0.29
N07	第1種兼業農家率	-0.34
X02	総面積 (総)	-0.42
X05	経営耕地総面積 (販売)	-0.43
N01	販売農家率	-0.50
X04	1戸当たり耕地面積 (総)	-0.60
X07	1戸当たり耕地面積 (販売)	-0.61

連を調べるため相関係数を計算した。相関係数の絶対値が高い変数を第7表に整理した。プラスで大きい変数には、総農家の耕作放棄面積率や耕作放棄農家率など、大きくて当然の変数が含まれる。そのような変数を除けば、畑傾斜度と田傾斜度で相関係数は0.41で、樹園地傾斜度も0.35である。なお、傾斜度は傾きによって、3区分した変数<sup>9)</sup>である。中心地の標高とは0.35であるが、標高も傾斜度に関連するし、特化係数・単一経営割合果樹花き養蚕<sup>10)</sup>の果樹花き養蚕農家の多くは傾斜地での経営であると思えるので、傾斜度と関連する変数といえる。

農業就業人口平均年齢との相関が0.37で、副業農家率とは0.3であり、多少の相関が存在する。これらは、労働力との関連といえる。

つまり、プラスの相関では耕地の傾斜と労働の問題といえる。

つぎに、マイナスで絶対値の大きな変数は、販売農家の1戸当たり耕地面積（販売）のマイナス0.61が最大である。総農家についてもマイナス0.60である。その他にも耕地面積に関わる変数が大きな値となっているが、旧市町村農業の規模にかかわる総耕地面積などである。販売農家率はマイナス0.50、1戸当たり販売金額マイナス0.27など、さらに、第1種兼業農家率マイナス0.34、主業農家率マイナス0.27など農業経営の経済状況に関わる変数である。次は耕地を転用した農業集落率のマイナス0.26で、さらに転用割合・住宅敷地もマイナス0.24である。耕地の転用と耕作放棄が負の相関があることは、転用と耕作放棄はトレード・オフの関係といえる。たぶん、経済的に、転用可能なものは転用するが、それが不可能なら耕作放棄されているのであろう。65歳未満主業農家率<sup>11)</sup>や専従者あり（65歳未満）農家率など、農業に対して労働力もあり、担い手と思える変数とのマイナスの相関である。また、稲を作った農家

9) 「1：平坦，2：緩傾斜，3：急傾斜」に3区分している。

10) 特化係数とは、県の平均値に対する比である。1より大きいと平均値以上である。



に対する水稲作業請け負った農家率や実借入農家率（総）などは、農地を借入により規模拡大し、さらに作業請け負いするなど、地域農業の担い手に関わる変数といえる。

関連のプラスとマイナスを総合すれば耕作放棄に関わる変数は、耕地の傾斜、農家の労働力および経営に関するものといえる。

耕作放棄に関係する変数は多数存在するが、それほど強い関連のものはない。そこで、多変数を総合することにその関係を明らかにする必要がある。しかし、回帰モデルのような同じ変数の組み合わせでの線形関係での説明には限界がある。条件によって、耕作放棄を決定するかどうかは違って来るからである。そこで、樹形モデルを用いて、耕作放棄に関係する変数の組み合わせを探ることにする。

樹形モデルは、データマイニングにおける主要な手法となっている。樹形モデルは変数に対する条件分岐によって判断するモデルとなる。変数は目的変数、説明変数とも質的変数でも量的変数でもよい。目的変数が質的変数の場合「分類木」、量的変数の場合「回帰木」と呼ぶ。樹形モデルは2分岐を繰り返していくわけであるが、最良の分岐の判断基準は多数ある。当然のことながら、その判断基準の違いから微妙な差が生じるが、それぞれの優劣をつけることは困難である。ここでは、使用したソフトS-PLUSで採用されている尤度の一種である尤離度を規準とした方法を採用した。

目的変数は耕作放棄面積率（販売）とする。目的変数は量的変数となるので、回帰木で計算する。説明変数はデータマイニング的な考えから、一部の変数を除き、ほとんどすべての変数を使うこととする。このよう

- 
- 11) 主業農家とは農業所得が主で、65歳未満の自営農業従事60日以上の子帯委員がいる農家を指す。専業農家には多くの老人農家が含まれるなど、専業農家が必ずしも農業生産力のある農家を示さなくなったため、主業農家という言葉も加味した用語が近年使われるようになっている。

第7図 樹形モデル(回帰木)による計算結果

\*\*\* Tree Model \*\*\*

Regression tree: ①目的変数: L16、説明変数: C02 + C03 + ... + L27

```
tree(formula = L16 ~ C02 + C03 + C04 + C05 + C06 + X01 + X07 + N01 +
      N02 + N03 + N04 + N05 + N06 + N07 + N08 + N09 + N10 + N11 + N12 +
      N13 + N14 + N15 + N16 + N17 + N18 + N19 + N20 + N21 + M01 + M02 +
      M03 + M04 + M05 + M06 + M07 + M08 + M09 + M10 + M11 + M12 + M13 +
      M14 + M15 + L04 + L08 + L17 + L18 + L19 + L20 + L21 + L22 + L23 +
      L24 + L25 + L27, data = kyuu.s95x, na.action = na.exclude, mincut
      = 5, minsize = 50, mindev = 0.03)
```

Variables actually used in tree construction:

[1] "X07" "X01" "N01" "L20" "M05"

②使われた説明変数

Number of terminal nodes: 9

Residual mean deviance: 26.77 = 8432 / 315

③平均尤離度残差

Distribution of residuals:

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
-13.9100	-2.5270	-0.4175	0.0000	2.0550	32.7700

④残差の分布(4分位)

node), split, n, deviance, yval

\* denotes terminal node

1) root 324 17960.0 10.350 ⑤ルートノード 観測値324, 尤離度17960, 目的変数の平均値10.35

2) X07<1.03285 128 10630.0 15.100 ⑥ノード2: X07<1.03, 観測数128, 平均15.10

4) X07<0.573965 11 1344.0 27.740 \* ⑦ \*はターミナルノード

5) X07>0.573965 117 7363.0 13.910

10) X01<2.28497 23 395.9 7.613 \*

11) X01>2.28497 94 5830.0 15.460

22) N01<75.8795 47 3328.0 18.070 \*

23) N01>75.8795 47 1858.0 12.840 \*

3) X07>1.03285 196 2544.0 7.241 ⑧ノード3: X07>1.03, 観測数196, 平均7.24

6) X07<1.54097 125 1479.0 8.663

12) X07<1.16029 36 520.8 10.500 \*

13) X07>1.16029 89 786.7 7.919

26) L20<18.3333 71 573.8 7.406

52) M05<84.45 58 310.4 6.915 \*

53) M05>84.45 13 187.2 9.596 \*

27) L20>18.3333 18 120.5 9.943 \*

7) X07>1.54097 71 367.5 4.738 \*

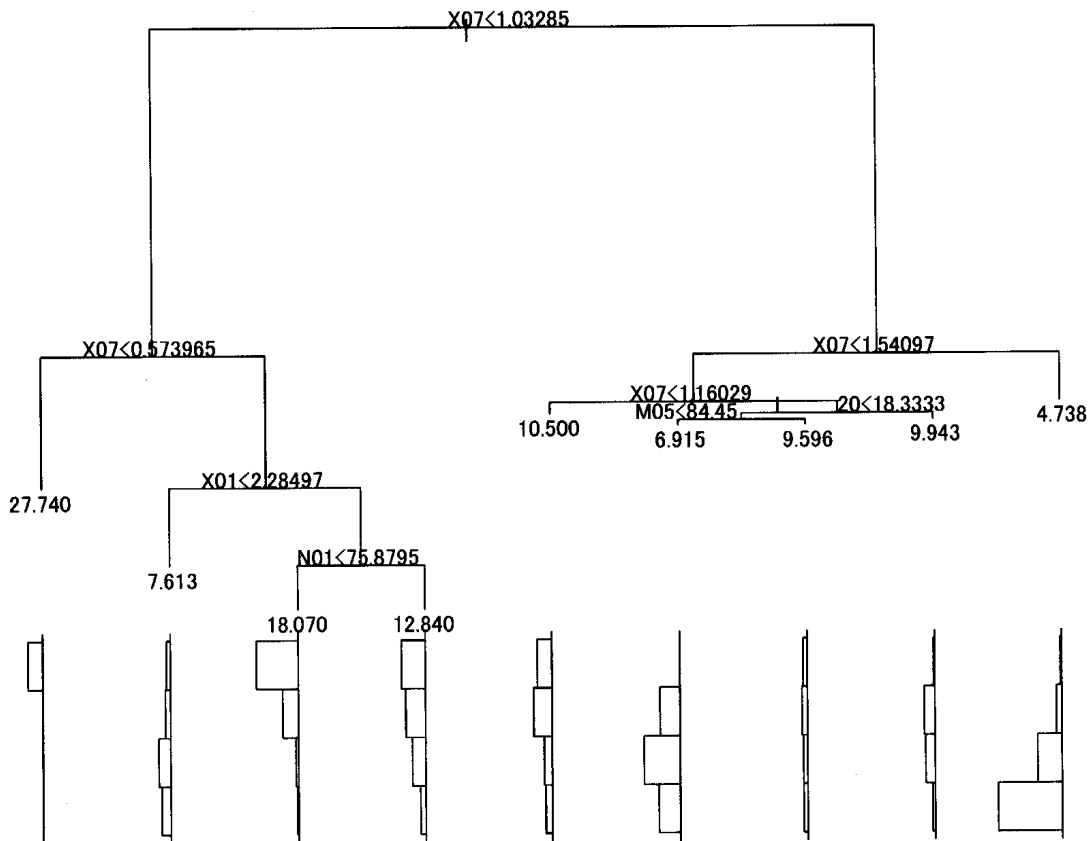
に多数の変数を説明変数の候補にすることが、意外な説明変数が発見されることも期待できるのである。データマイニングの利点である。なお、一部除いたのは、耕作放棄面積率（販売）と相関が高くて当たり前の耕地に間連している変数と、同じ項目で販売農家と総農家の、それぞれがある変数は販売農家だけにした。また、旧市町村の農業の規模の大きさに比例するような変数も除いた。この結果選ばれた変数が第3表の分析用と表頭に記した列に○印を付した変数である。

第7図がS-PLUSによる計算結果結果である。図中に○数字つき日本語で、簡単な説明を追加してある。①モデルの構造について目的変数と説明変数が示されている。結果として②採用した7つの説明変数が示されている。③平均尤離度残差と④残差の分布を四分位数で示している。⑤ルートノード以降、⑥、⑦および⑧に各ノードの説明が示されている。また、グラフとして表示された分類木として表示したのが第8図であり、枝の長さ（縦の線分）が分類の尤離度の違いを表している。図の下部には、ターミナルノードにおける目的変数の分布状況がヒストグラムで示されている。第8図では枝の長さが尤離度を示しているため、右部分木では、文字が重なり合って判読不能となっているので、第9図では枝の長さは同じにしたものを図示したものである。

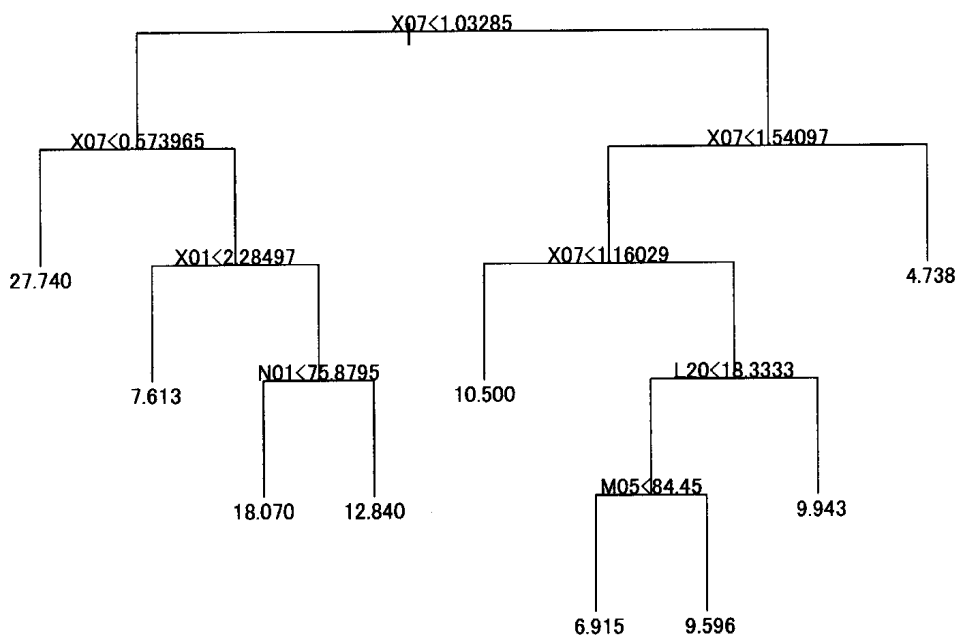
ルートノードは324のサンプルがあり、その分岐の判断基準はX07一戸当たり耕地面積であり、以下の上位のノードの分岐でもX07が分岐の判断基準となっている。目的変数とX07の相関係数はマイナス0.61で、説明変数の中では絶対値での相関係数が最大であったからである。ルートノードはノード2とノード3に分岐するが、ノード2およびノード3もさらにX07の値で分岐する。

ノード2の分岐では、ノード4とノード5に分岐するが、 $X07 < 0.57$ のとき、ノード4に分岐し、分岐先のノード4はターミナルノードで目的変数の平均値は27.7%である。つまり、一戸当たり耕地面積の小さい

第 8 図 樹形モデル (回帰木) による計算結果のグラフ (尤離度の違いあり)



第 9 図 樹形モデル (回帰木) による計算結果のグラフ (尤離度の違いなし)



地域の耕作放棄面積率は極めて高い。ノード5ではX01地域の農家率によりノード10と11に分岐する。

ノード10に分岐するのはX01の値が小さい場合、つまり比較的都市部のほうは、ターミナルノードであり、耕作放棄面積率は7.6%である。大きい場合、つまり、比較的には農村部と思われる地域のほうが耕作放棄面積率は大きいのである。農村部が都市部より耕作放棄が多いことは大きな問題である。この背景には、ルートノードの分岐により、一戸当たり規模が小さい市町村が含まれている部分木であることを考えれば、高齢化等も加わって、このような一戸当たりの規模の小さい農村部であれば、都市部より耕作放棄が進んでいるのであろう。

ノード11ではさらにN01販売農家率によって分岐する。販売農家率が低いほうの耕作放棄面積率が高い。販売農家率が高いことは、農業意欲がある農家が多いことであり耕作放棄も少ない。ノード11より分岐するノード22と23の耕作放棄面積率は18.1%と12.8%である。

ノード3はX07によりノード6とノード7に分岐する。ノード7はターミナルノードで耕作放棄面積率が4.7%で、最も少ない率であり、X07は1.54以上で最も大きな規模の地域である。つまり、規模最大級の旧市町村の耕作放棄面積率は最も低いのである。規模が最も小さい旧市町村の耕作放棄面積率が最も大きかったことと、正反対である。

ノード6もさらにX07でノード12と13に分岐する。ノード12はX07が1.16より小さい場合でターミナルノードとなり、目的変数の平均値は10.5%となる。

ノード13ではL20転用割合・道路でノード26と27に分岐する。ノード27はL20が大きい場合、つまり、農業目的ではなく非農業用への割合が大きい場合には耕作放棄面積率も大きくなっている。ノード27の目的変数の値は9.9%である。

ノード26では、M05単一経営率で2つのターミナルノードに分岐する。

単一経営率が小さいノード52の耕作放棄面積率は6.9%で、単一経営率が大きいノード53は9.6%である。複合経営農家のほうが農業に対する意欲が高い農家が多い<sup>12)</sup>、一方、単一経営農家の生産意欲は、一般的には小さいといえる。このことを反映した結果である。

以上が、計算結果の解説であるが、X07一戸当たり耕地面積が耕作放棄を決める大きな要因となっている。規模拡大が進んでいるところでは耕作放棄も最小限に留まっているのであろう。今後は規模拡大により、農業の担い手に農地を集積する必要性を痛感する。都市化との関連で、X01地域の農家率と転用割合・道路が耕作放棄を進めている。さらに販売農家率と耕作放棄面積率との関連があることは経済の問題でもある。販売農家が相対的に少ない地域は耕作放棄も多く、受け皿も少ないのであろう。

目的変数は面積率で量的変数であった。そのため、分析方法も回帰木によるものであった。分類木で分析するためには、量的な目的変数を質的変数に変更しなければならない。例えば、耕作放棄面積率を小さいほうから分位階級に区分し、その分位階級数をカテゴリー変数にして分析することである。量的変数を質的変数に変更することは、ある意味で、情報の欠損を意味する。しかし、分類木では回帰木にない。面白い分析が可能となる。目的変数の分類どおりに分類されるか、誤判別の計算が容易に可能となるのである<sup>13)</sup>。

そこで、耕作放棄面積率の値が小さいほうから1番から5番の5分位階級に区分し、その分位階級の番号を目的変数として計算をした。目的変数を量的変数からカテゴリーの質的変数に変更したので、分類木によ

---

12) 農家生産で自立するためには一つの部門だけで十分な所得が得られない場合は他の部門も含めた複合経営を行なう農家が多く、所得も多い。

13) 回帰木でも目的変数の分布は、分かるが個々のサンプルの分類が間違っているのかどうかはあいまいである。

る計算である。

耕作放棄面積率と分位階級との関係は、第1分位階級が4.8%まで、第2分位階級が7.1%まで、第3分位階級が9.7%まで、第4分位階級が14.1%までで、第5分位階級が14.1%より大ということである。第2分位階級の範囲は2.3%で最も狭い、次は第3分位階級の2.6%である。

第10表がその計算結果で、第11表が計算結果を尤離度の違いを明示して図示したものである。第11表の下部には目的変数の値（分位階級の番号）ごとの旧市町村数をヒストグラムに図示している。ヒストグラムの下部が分位階級の1番で、上部が5番である。

ターミナルノードにおける目的変数の値は、各ノードにおいて目的変数の割合の最も大きな分位階級の番号が推定値となる。従って、割合の最も大きな分位階級に即さない旧市町村は誤判別となる。たとえば、第10図の中央部あたりの、ターミナルノードの4) について説明する。ターミナルノードの4) についての計算結果を第10図から抜き出すと、下記のとおりである。

4) N05 < 29.4186 14 26.76 1 (0.57140 0.28570 0.14290 0.00000 0.00000)\*

右部の括弧内に5つの数値があるが、それが分位階級の番号の1番から5番に振り分けられた旧市町村数の割合である。分位階級の1番には57.1%、2番には28.6%、3番には14.3%が振り分けられ、4番と5番には1つの旧市町村も振り分けられていない。その結果、このターミナルノードの目的変数の推定値は最も割合の大きい分位の番号1となる。

ターミナルノードでの振り分けが良好なのは、ターミナルノード番号と目的変数の推定値を括弧内の数値で示せば、10 (4)、22 (5)、49 (2)、14 (1) などである。一方、振り分けが良好とはいえないのは46 (4)、47 (2) などである。分位階級の中心の第3分位階級の振り分けがよくないようである。全体の結果としての誤判別率は0.44である。

この分類木による計算でも、最も分類に有効であった説明変数はX07一戸当たり耕地面積である。しかしながら、その他で使われた説明変数はN05副業農家率、L18耕地が減少した減少した農業集落率、N21稲を作った農家に対する請け負わせ農家率、L27中心地の標高、N04準主業農家率、M15稲を作った他の面積率およびL08貸付面積率である。採用された変数はX07を除き総入れ替えとなった。規模の大きな地域では耕作放棄が少ないことが再確認された。大量の変数を説明変数の候補として扱うことにより、互いに似ている変数もあり、変数の入れ替えが起こったのである。

量的変数を質的変数に変換することは、情報の一部を失うことである。一方、量的変数をカテゴリー化することにより、非線形な関係を良くモデル化することなどもある。量的変数をカテゴリー化する場合はある意図を持ってする必要があるだろう。今回の分類木の計算では、連続的に分布する量的変数を、5分位階級ということで、機械的に分類したのである。量的変数をカテゴリーがする場合は変数の分布の特徴を捉える必要があるだろう。しかしながら、誤判別率という指標で、分類の精度の目安を測ることは意味がある分析といえる。

#### 4. おわりに

わが国は狭小な国土で、食料自給率が低いのは当たり前であると、一般には考えられている。しかし、大量な穀物や肉類を輸入する一方で、40%におよぶ水田には稲作がされず休耕、作付けしても米に比較すれば低生産性の麦とか大豆などである。みかんなどの一部の果物は過剰気味である。牛乳も余っている。過剰と不足が共存するという極めて、アンバランスの状態にある。

農業生産の基本的な資源は土地である。わが国食料の低自給率を考える上で、耕地の問題が最も重要な問題であるので、農地に焦点を当てて



第10図 樹形モデル (分類木) による計算結果

\*\*\* Tree Model \*\*\*

Classification tree:

```
tree(formula = aL16.5 ~ C02 + C03 + C04 + C05 + C06 + X01 + X07 + N01 +
      N02 + N03 + N04 + N05 + N06 + N07 + N08 + N09 + N10 + N11 + N12 +
      N13 + N14 + N15 + N16 + N17 + N18 + N19 + N20 + N21 + N22 + M01 + M02 +
      M03 + M04 + M05 + M06 + M07 + M08 + M09 + M10 + M11 + M12 + M13 +
      M14 + M15 + L04 + L08 + L17 + L18 + L19 + L20 + L21 + L22 + L23 +
      L24 + L25 + L27, data = kyuus95x, na.action = na.exclude, mincut
      = 5, minsize = 50, mindev = 0.03)
```

Variables actually used in tree construction:

[1] "X07" "N05" "L18" "N21" "L27" "N04" "M15" "L08"

Number of terminal nodes: 11

Residual mean deviance: 2.098 = 656.6 / 313

Misclassification error rate: 0.4352 = 141 / 324

①誤判別率

node), split, n, deviance, yval, (yprob)

\* denotes terminal node

1) root 324 1043.00 1 ( 0.20060 0.20060 0.20060 0.20060 0.19750 )

②ルートノード 観測数324, 尤離度1043, 目的変数の推定値(目的変数の各分位階級の割合)

2) X07<1.16029 164 475.90 5 ( 0.07317 0.12200 0.14020 0.29270 0.37200 )

4) N05<29.4186 14 26.76 1 ( 0.57140 0.28570 0.14290 0.00000 0.00000 ) \*

5) N05>29.4186 150 402.30 5 ( 0.02667 0.10670 0.14000 0.32000 0.40670 )

10) L18<43.6508 40 70.16 4 ( 0.05000 0.00000 0.02500 0.65000 0.27500 ) \*

11) L18>43.6508 110 295.60 5 ( 0.01818 0.14550 0.18180 0.20000 0.45450 )

22) X07<0.857821 46 81.10 5 ( 0.00000 0.13040 0.10870 0.04348 0.71740 )

\*

23) X07>0.857821 64 186.10 4 ( 0.03125 0.15630 0.23440 0.31250 0.26560 )

46) N21<4.36981 28 60.42 4 ( 0.00000 0.00000 0.28570 0.42860 0.28570 )

\*

47) N21>4.36981 36 109.10 2 ( 0.05556 0.27780 0.19440 0.22220 0.25000 )

\*

3) X07>1.16029 160 443.70 1 ( 0.33120 0.28130 0.26250 0.10630 0.01875 )

6) X07<1.62988 104 291.50 3 ( 0.14420 0.31730 0.35580 0.15380 0.02885 )

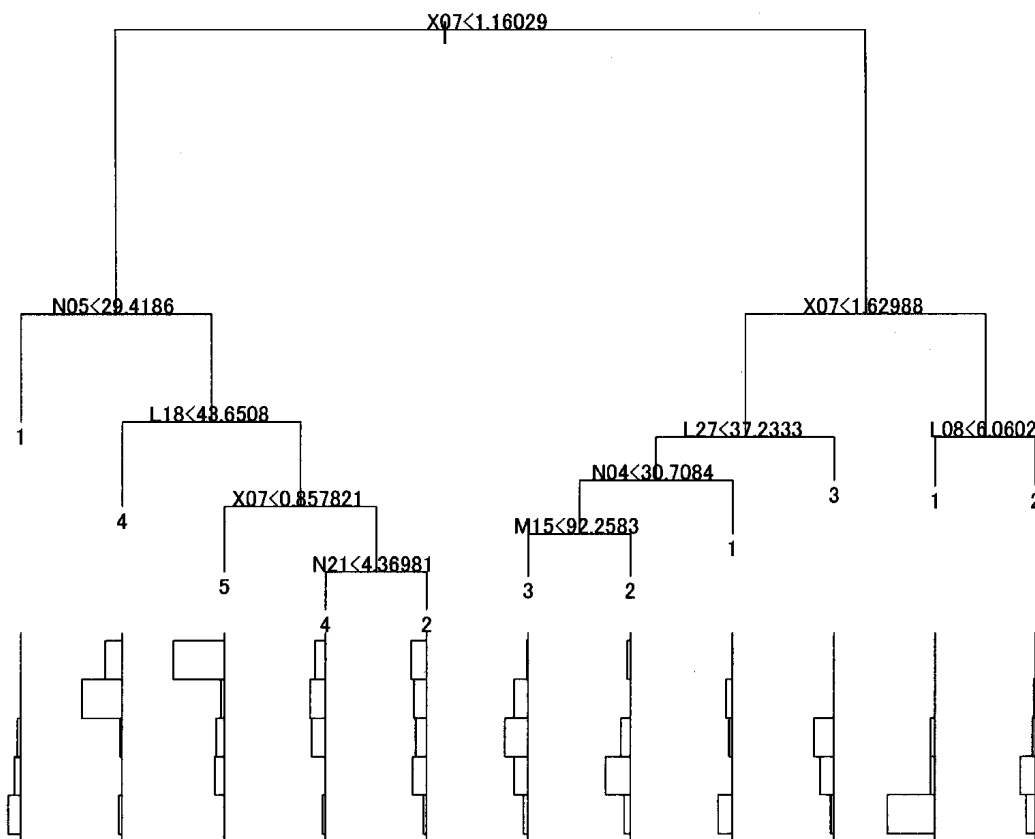
12) L27<37.2333 80 235.00 2 ( 0.17500 0.31250 0.27500 0.20000 0.03750 )

24) N04<30.7084 65 182.00 2 ( 0.10770 0.38460 0.30770 0.15380 0.04615 )

耕地面積と耕作放棄地の変化の要因分析

- 48) M15<92.2583 37 101.10 3 ( 0.08108 0.24320 0.37840 0.27030 0.02703 )
- \*
- 49) M15>92.2583 28 62.52 2 ( 0.14290 0.57140 0.21430 0.00000 0.07143 )
- \*
- 25) N04>30.7084 15 29.73 1 ( 0.46670 0.00000 0.13330 0.40000 0.00000 ) \*
- 13) L27>37.2333 24 38.03 3 ( 0.04167 0.33330 0.62500 0.00000 0.00000 ) \*
- 7) X07>1.62988 56 98.65 1 ( 0.67860 0.21430 0.08929 0.01786 0.00000 )
- 14) L08<6.0602 37 36.04 1 ( 0.86490 0.05405 0.08108 0.00000 0.00000 ) \*
- 15) L08>6.0602 19 41.56 2 ( 0.31580 0.52630 0.10530 0.05263 0.00000 ) \*

第11図 樹形モデル（回帰木）による計算結果のグラフ（尤離度の違いあり）



分析した。農地が宅地開発など非農業用に転用されるのは仕方ないとしても、耕地利用率の低下と耕作放棄地の存在は問題といえる。耕地利用率の向上と耕作放棄地を縮小するだけで、自給率は向上するであろう。そこで、本稿では耕地の推移や耕作放棄の分析を行なった。

耕地面積の推移では全国と千葉県を比較検討した。千葉県は首都圏と

いうこともあり、耕地の減少率は全国平均より高い。全国が高度成長期の終了とともに耕地の減少が少なくなるが、千葉県はさらに昭和50年代初頭まで大きな減少が続いた。

耕作放棄地の分析には千葉県の2000年農林業センサスの旧市町村別データを用いた。耕作放棄面積率の少ない地域は一戸当たり耕地面積の大きな地域であった。また、都市化という、農業農村が抱える問題が耕作放棄に関係することが明らかになった。

耕作放棄についての分析をしたが、耕作放棄解消の方策を示したわけではない。しかしながら、耕作放棄地を農地としては残せなくても、農地に復帰可能な状態に維持する必要があるだろう。今後、高齢化がすすむ。高齢者の受け皿あるいは都市労働者の週末農業の農地として耕作放棄地の活用を考えるべきである。

改めて言う事ではないかも知れないが、耕作放棄を少なくするには農家ごとの規模拡大を進めることである。意欲のある農家への農地集積が不可欠といえる。

今回の分析では、データマイニングの考えによる分析で、多数の変数を導入した。多量のデータからの分析とはいえ、ある程度の意図があったわけである。それらの変数はCで始まる質的なコード変数である。例えば、地域類型がノードに選ばれ、以下のノードで地域ごとに耕作放棄の型が違うのではないかということであったが、うまくはいかなかった。地域類型ごとに計算することも考えられる。今後の課題としたい。

## 参考文献

Berry, M.J.A., Chambers, J.M. and Wilks, A.R. (1989) *The New S Language*. Wadsworth Pacific, California (渋谷政昭, 柴田里程訳 (1991) 『S言語 I, II』 共立出版)。

Chambers, J.M. and Hastie, T. (eds) (1992) *Statistical Models in S*. Wadsworth Pacific, California (柴田里程訳 (1994) 『Sと統計モデル』 共立出版)。

Insightful Corporation (2001) *S-Plus 6 for Windows Guide to Statistics*, Volume 1 and 2, Insightful Corporation, Seattle, Washington.

Venables, W.N. and Ripley, B.D. (1999) *Modern Applied Statistics with S-Plus*. Third edition. Springer-Verlag New York (伊藤幹夫, 大津泰介, 戸瀬信之, 中東雅樹 (2001) 『S-PLUSによる統計解析』シュプリンガー・フェアラーク東京)。

水田正弘・山本義郎・南 弘征・田澤 司 (2005) 『S-PLUSによるデータマイニング』森北出版株式会社。

宇佐美繁編著 (1997) 『日本農業—その構造変動—』農林統計協会。

農林水産省大臣官房統計情報部 (2001) 『2000年世界農林業センサス (第1巻) 千葉県統計書 農業編』農林統計協会。

農林水産省統計部, 各年版, 『耕地及び作物面積統計』農林統計協会。

農林統計協会 (2002) 『2000年世界農林業センサス農業集落カード利用ガイド』農林統計協会。

橋詰 登・千葉修編著 (2003) 『日本農業の構造変化と展開方向—2000年センサスによる農業・農村構造の分析』農林水産政策研究所。

(2005年12月7日受理)