

水稻—麦類二毛作の作期と気温条件*

羽生寿郎・今 久・中山敬一
(農業気象研究室)

The Cropping Times of the Two Crops per Year, Paddy Rice-Wheat or Barley in the Paddy Field and their Temperature Conditions in Japan

Juro HANYU, Hisashi KON and Keiichi NAKAYAMA
Laboratory of Agricultural Meteorology

ABSTRACT

Authors improved the method by Fukushima et al. (1960) for estimating the cropping times of the two crops per year, paddy rice-winter crops, in the paddy field in Japan.

1. The lower limits of air temperature conditions for the sufficient seed ripening in paddy rice were discussed. As a result, it was estimated that the last dates of the safe heading (H_L) and the safe maturing (M_L) were the seventh day before the last day of 23°C of the daily mean temperature in normal year and the date that the accumulated temperature reckoning from H_L reached to 860°C , respectively.
2. The mean sowing times of wheat and barley at each area agreed roughly with the date that the accumulated temperature reckoned retroactively from February 1 reached to 500°C or 600°C .
3. The last date of the safe maturing time (M_L) of paddy rice (the date reaching to 860°C reckoning from H_L) and the sowing time of wheat or barley (the date reaching to 500°C or 600°C accumulated retroactively before Feb. 1) correlated with the annual mean temperature, respectively (Table 3). The regression lines of M_L (860°C) and 600°C crossed each other at about 10°C of the annual mean temperature (Fig. 6). Therefore, a series of culture works in autumn, i. e., rice harvesting, tilling and winter crop sowing, is possible of realization at the area in having above 10°C in the annual mean temperature.
4. The harvests of wheat and barley are almost done until the first days of 21°C and 20°C of daily mean temperature in normal year, respectively (Figs. 2 & 6). These first days correspond to the earliest transplanting times of paddy rice in the two-crop system in the paddy field. These days correlated with the annual mean temperature (Table 2).
5. The possibility of paddy rice cultivation in the two-crop system is estimated by the values of the accumulated temperature between the earliest transplanting time and the latest heading time (H_L). It was assumed that the smallest accumulated temperature in this period may be 1300°C from the viewpoint of the actual varieties as shown in Fig. 7.
6. Finally, from Fig. 8, we can see the mean cultivation and plant stage times of paddy rice, wheat, etc., such as sowing, harvesting, maturing times and besides, the mean temperatures at these dates and the paddy rice varieties usable for this cultivation system.

* 本研究は日本農業気象学会昭和58年大会において発表

作物の作付計画に当り、作付を制限する第1の要因は気候であり、寒冷な地域では気温が最も重要な因子であることは、良く知られている。しかし、温暖な西日本では作物栽培の許容期間が長い為、水田二毛作や畑地の輪作は経験的に行われており、農業気候の見地からの考察は少ない。水田二毛作については福島ら(1960 a, b, c)の業績がある。彼等は水稻、麦類の播種期、出穂期、成熟期の気温条件を解析し、最終的に月日と年平均気温を座標とする図に水稻の移植早・晩限期と成熟期、麦類の成熟期と播種期を夫々直・曲線で記入し、各地の年平均気温から二毛作の作期を知ることが可能にした。そして、さらに二毛作可能地の地帯類型を試み、日本地図上に作期の等日線分布を示した。年平均気温から作期を知る最終図は新編農業気象ハンドブックにも転載されているが、この図だけでは各作期の気温条件を直接知ることができない。

筆者らは福島らの方法の改良を試みたので報告する。論文の作成に当り、有益な助言を賜った当学部大泉久一教授並に計算、作図の一部に助力された当研究室専攻学生大河戸輝夫、松岡延浩両君に謝意を表す。

資料及び方法

福島らのデータ(昭和23~27年頃)の入手が難しいことと、新しいデータによる検討が必要と考え、水稻作期については、農林水産省農蚕園芸局農産課(1970):水陸稲・麦類奨励品種特性表により、麦類作期については二毛作がまだかなり行なわれていた頃の資料として、農林省統計調査部(1960):昭和34年産作物統計(昭和30~34年の平均値)を使用した。気温は気象庁(1973):日本気候表その5(1941-1970)の日別日平均気温を使用した。解析に用いた地点数は項目によって異なるが、主な農業地帯29~53地点について行った。

結果及び考察

1. 水稻作期の気温条件

近年の水稻苗の活着の低温限界気温は稚苗(葉令2.0~2.9)、中苗(3.0~4.0)で12~13°Cといわれており(東北農試, 1978; 西山, 1981)、その移植限界条件はこれより約1°C低い日平均気温11~12°Cの出現初日と考えられ、畑苗の成苗の13°C初日より1~2°C低いと推定される。

成熟期の気温条件としては北日本における研究結果によると、十分な登熟のためには日平均気温15°Cに下るまでに積算気温860°C(最高・最低平均で880°C)が必要とされ(八柳 1960, 伊達 1963)、登熟の低温限界条件としては40日間で780°C(最高・最低平均で800°C)とされている(田中 1962)。以上の結果から、羽生ら(1966)は

安全限界登熟条件として、日平均気温15°C終日からさかのぼって積算気温800°C(最高・最低平均で820°C)を安全出穂晩限期とした。また八柳(1960)によれば、十分な登熟には出穂後15日間に最高・最低平均気温で350°C(平均23.3°C)以上を必要とする。これを日平均気温に換算するとほぼ340°C(平均22.8°C)に相当する。これによれば、気温推移曲線からみて最初の1週間の日平均気温の平均値は23°C以上とみなされる。なお、日平均気温と最高・最低平均気温との換算はすべて羽生ら(1962)の方法によった。

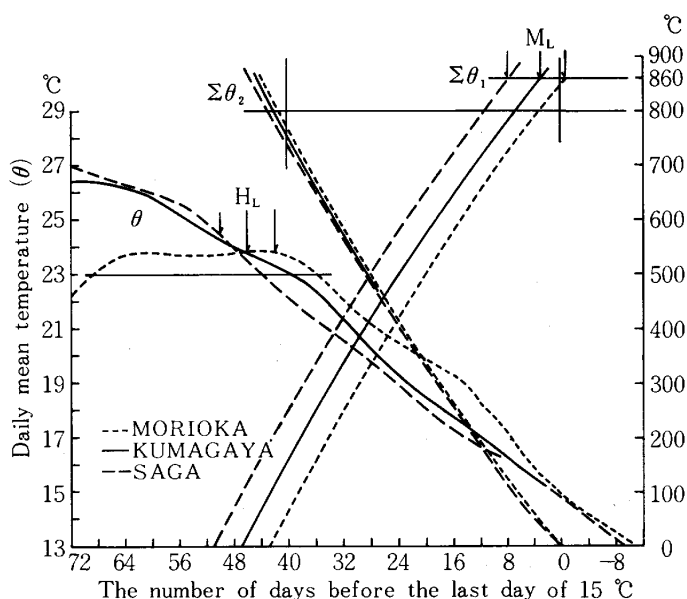


Fig. 1 Comparison of air temperature conditions during the ripening period in paddy rice at three sites. H_L and M_L showed by arrow sign denote the 7th day before 23°C-first day and the date that the accumulated temperature reckoned from H_L reached to 860°C, respectively. They are the last days of the safe heading and the safe maturing times. The curves of $\Sigma\theta_1$ or $\Sigma\theta_2$ denote the daily variations of the accumulated temperature reckoned after H_L or before 15°C-last day.

東北地方では15°C終日前800°Cに達する日を安全出穂晩限とする条件と、出穂後1週間の平均気温が23°C以上必要とする条件は、後述するようにほぼ満たされるが、関東以西について適用されるか否かをみるため、盛岡、熊谷、佐賀について比較したのが Fig. 1 である。横軸には、日平均気温15.0°C以下に下った日を起点(0)として、それ以前の日数を正にとり、縦軸に日平均気温と積

算気温をとる。先ず、日平均気温の推移をみると、盛岡では36日目に23°Cに達し、41日目に積算気温が800°Cを越えており、800°C到達日から7日間平均気温は23°C以上となっている。これに対し、熊谷、佐賀では42日、43日目に積算気温800°Cに達し、40日、44日目に23°Cに達している。したがって、関東以西の地域では15°C終日から積算気温800°Cに達する日を出穂晩限とする東北地方の条件では登熟初期気温が不足することになる。

そこで、北海道を除く地域の共通的安全登熟初期条件

として、少し安全度を見込んで日平均気温23°C終日から7日前を安全出穂晩限期、それから積算気温860°Cに到達する日を安全成熟晩限期と仮定して、主な地点の気温条件を求めてみた。その結果、Table 1に示すように、860°Cに到達する日の日平均気温はほぼ15~16°Cを示し、登熟の安全低温限界を満たしている。したがって、これらの仮定は北海道を除く地域の共通の尺度として採用してさしつかえないと思われる。

Table. 1 Temperature conditions during the ripening period in the paddy rice.

Place	Annual mean temperature $\bar{\theta}$	θ_{HL}	The safe maturing time (M_L)		$\Sigma\theta$
			No. of days ($H_L \sim M_L$)	Temp. θ_{ML}	
Morioka	9.7°C	23.8°C	44 days	14.7°C	808°C
Yamagata	11.0	24.3	43	15.1	817
Fukushima	12.3	24.3	43	15.8	823
Mito	13.0	23.8	42	16.5	830
Utsunomiya	12.7	24.0	42	16.5	831
Maebashi	13.6	23.7	44	15.6	809
Kumagaya	13.9	23.8	44	15.3	803
Toyama	13.3	23.9	45	15.1	795
Kanazawa	13.7	24.1	44	15.3	802
Kofu	13.6	23.8	45	14.6	792
Gifu	14.7	24.3	44	15.6	799
Shizuoka	15.7	24.3	43	16.8	817
Tsu	14.8	24.2	44	15.7	803
Hikone	13.9	24.1	45	15.1	795
Himeji	14.5	24.4	44	15.6	800
Nara	14.3	24.3	45	14.7	787
Wakayama	15.8	24.7	43	16.2	810
Tottori	14.3	24.1	44	15.5	796
Okayama	14.5	24.3	45	15.0	795
Hiroshima	14.8	24.3	44	15.7	804
Tokushima	15.5	24.4	43	16.5	815
Takamatsu	14.9	24.3	44	15.5	797
Matsuyama	15.4	24.5	43	16.2	814
Kochi	16.1	24.4	43	16.7	821
Saga	15.8	24.5	43	16.2	812
Kumamoto	15.9	24.5	43	16.2	813
Miyazaki	16.8	24.2	43	16.6	815
Kagoshima	17.0	24.2	43	16.7	822

θ_{HL} is the temperature on the 7th day (H_L) before the last day of daily mean temperature 23°C in normal year. No. of days ($H_L \sim M_L$) is the number of days between H_L and M_L . θ_{ML} is the temperature on the date (M_L) that the accumulated temperature reckoning from H_L reaches to 860°C. $\Sigma\theta$ is the accumulated temperature during 40 days after H_L .

2. 麦類作期の気温条件

麦類の刈取期当日の日平均気温をみると、Fig. 2に示すように、小麦は20~21°C、大麦は19~19.5°C、裸麦は約19.5°C (図省略) とほぼ一定の温度を示している。一方、小麦の播種期当日の気温は15~11°Cの範囲に分布し、年平均気温が高いほど低くなっており、他の麦類についても同様である。これらの結果は福島ら (1960a) の結果とほぼ一致している。

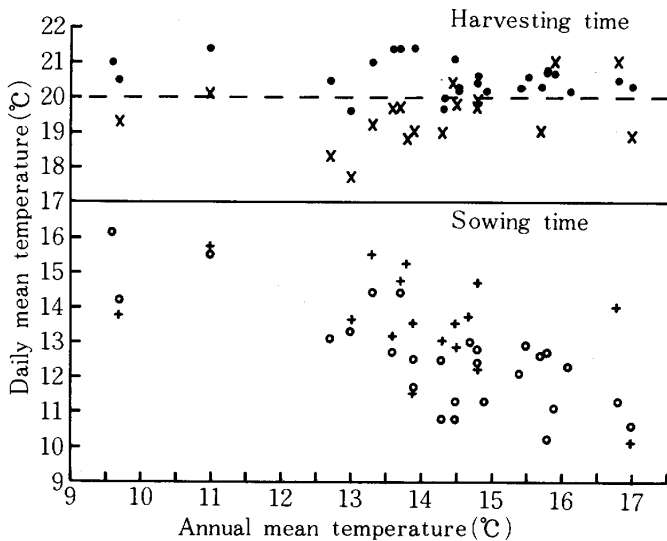


Fig. 2 Air temperatures at the harvesting and sowing times of wheat and barley. Every sites were substituted for the annual mean temperatures in normal year. (●, o : wheat, ×, + : barley)

彼等によれば、小麦の幼植物の生育限界気温は-1.0°Cであるとし、播種期から厳寒期の終りである2月10日までの期間について-1.0°C以上の気温の積算値(有効積算気温)を求めた。それによると、秋播性の高い品種を作る寒地では640~800°C、中間地帯で580~720°C、春播性品種を栽培する暖地は500~600°Cである。

筆者らは簡単のため、0°C以上を有効気温と考え、2月1日を起点(0)として、それ以前にさかのぼって気温を積算した結果、Fig. 3に示すように、年平均気温の高低に関係なく、播種期までに500~600°Cの積算気温を要することを認めた。

3. 一定気温初終日、一定積算気温到達日と年平均気温との関係

今まで用いてきた一定気温終初日とは、平年における日平均気温(気象庁で観測される1日4回または8回の値の平均)の平滑平均値の経日変化曲線上で、気温上昇期にその温度に到達する日が初日、気温下降期にその温度に降下する日が終日である。

作期決定に関係する一定気温の初終日(表ではある日からの日数)と年平均気温との相関を求めてみると、Table 2に示すように、1次相関、2次相関とも相関が高く、

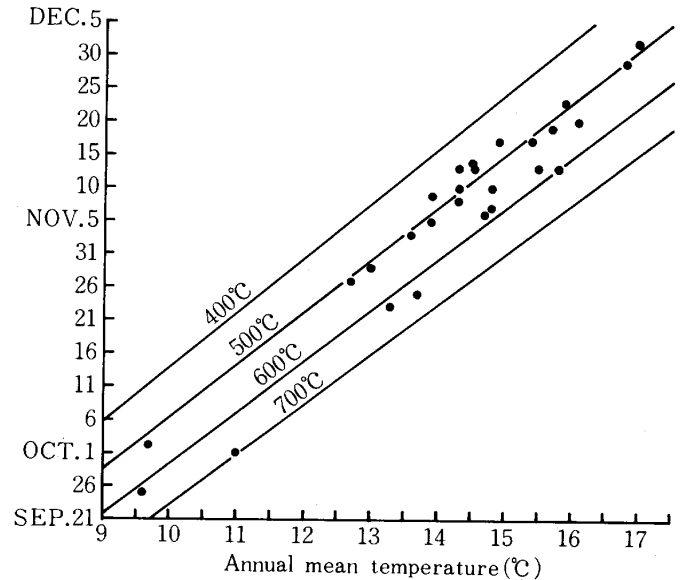


Fig. 3 Relation between the dates in reaching to the certain accumulated temperatures reckoning before Feb.1 and the annual temperatures in normal year. Black dots denote the mean sowing times of wheat and barley at main sites.

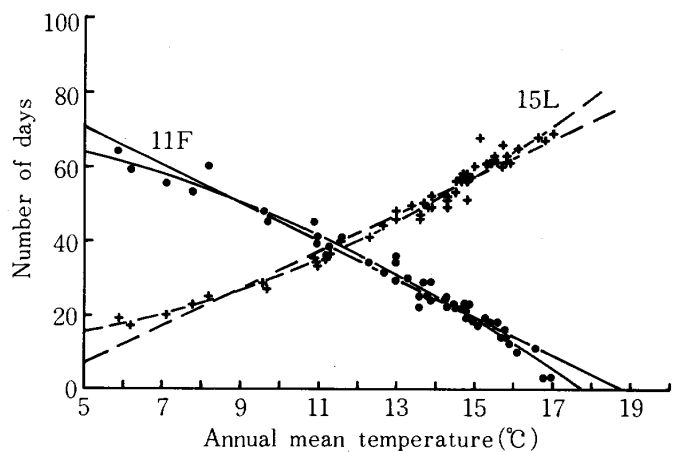


Fig. 4 Relationship between the first day of the daily mean temperature 11°C or the last day of the daily mean temperature 15°C and the annual mean temperature in normal year. Ordinate denotes the number of days from the optionally fixed date D_c instead of the date (See Table 2 and Fig. 5).

Table 2 Correlations and regressions between the first or last days ($D(\theta)$) of daily mean temperatures related to cultivation planning and the annual mean temperature ($\bar{\theta}$) in normal year.

The first or last day of the fitted temperature $D(\theta)$	The initial date in reckoning of $D(\theta)$ D_c	Linear correlation [$N(\theta) : \bar{\theta}$]				Quadratic correlation [$N(\theta) : \bar{\theta}$]			
		Correlation coefficient r	Determination coefficient r^2	Intercept a	Slope b	Determination coefficient r^2	Intercept a	Slope b c	
11F	Mar. 15	-0.980***	0.9604	96.3	-5.13	0.9717	73.0	-0.88	-0.181
12F	"	-0.977***	0.9545	110.5	-5.73	0.9569	98.5	-3.55	-0.093
13F	"	-0.979***	0.9575	114.8	-5.65	0.9576	113.8	-5.47	-0.077
15F	Mar. 31	-0.976***	0.9528	116.3	-6.06	0.9534	122.7	-7.23	0.049
19F	Apr. 30	-0.967***	0.9345	116.2	-5.92	0.9364	105.0	-3.86	-0.088
20F	"	-0.958***	0.9182	116.0	-5.33	0.9208	104.1	-3.16	-0.092
21F	May. 31	-0.932***	0.8690	84.9	-4.74	0.8696	78.8	-3.67	-0.045
15L	Aug. 31	0.977***	0.9545	-18.1	5.03	0.9728	11.0	-0.30	0.227
13L	"	0.983***	0.9662	-11.6	5.40	0.9741	8.8	1.67	0.159

Notes ***: 0.1% level at significance. No. of places : 53.

F : First day, L : Last day (e.g. : 11F denotes the first day of daily mean temperature 11°C in normal year).

$$N(\theta) = a + b\bar{\theta}$$

$$N(\theta) = a + b\bar{\theta} + c\bar{\theta}^2$$

where, $\bar{\theta}$: annual mean temperature, $N(\theta) = D(\theta) - D_c$ (See Fig. 5A).

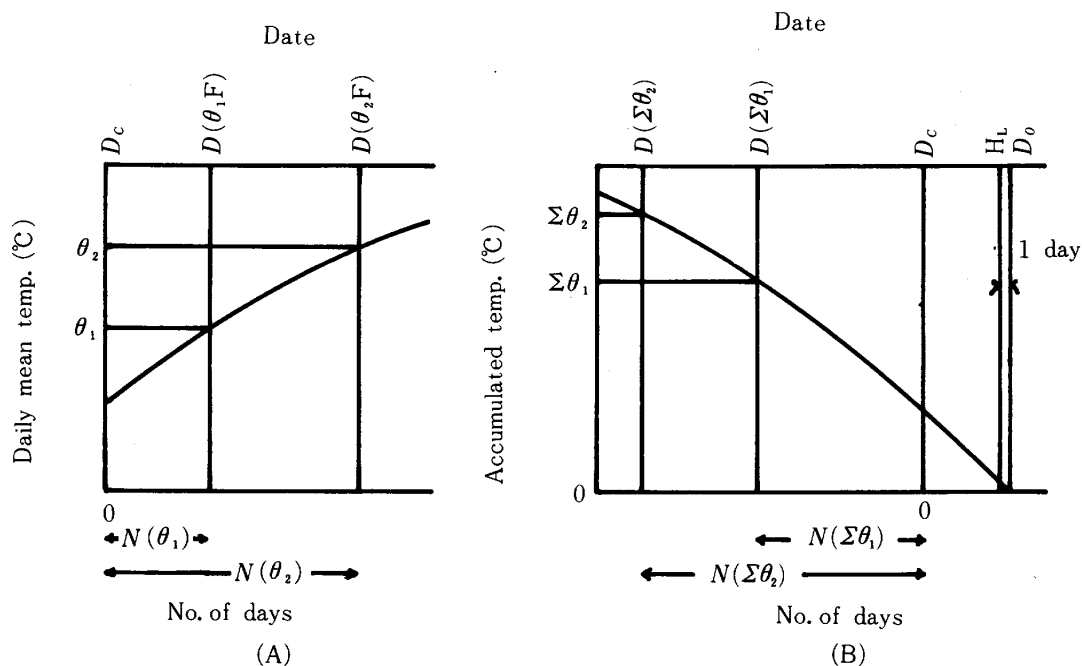


Fig. 5 Relation between the first or last day ($D(\theta)$) of the certain daily mean temperature or the date ($D(\Sigma\theta)$) reached to the optional accumulated temperature before or after the initial date in reckoning (D_0) and the number of days ($N(\theta)$ or $N(\Sigma\theta)$) from above dates to the optionally fixed date (D_c).

その差は小さい。いま最も両者の決定係数の差が大きい 11°C初日と15°C終日について図示すると、Fig. 4のようになり、1次回帰直線で十分適用できることがわかる。従って、本報告では以後、すべて1次回帰式を使用することにした。なお、Fig.4の縦軸は初終日の月日の代わりに、Table 2に示すように、3月15日(11F)と8月31日(15L)

からの日数で示してある。

この回帰式の計算に際しては、月日の代りにある指定日からの日数を用いた。即ち、Table 2の注に示したように、ある一定気温 θ の初日または終日 $D(\theta)$ を表わすのに、ある特定の日 D_c を定め、その日からの日数 $N(\theta)$ を y 軸に、年平均気温 $\bar{\theta}$ を x 軸にとって回帰式を求めた。

Fig.5A はある温度 θ_1 と θ_2 の初日の場合を例示する。縦軸に温度、横軸上段に月日を、下段に日数をとり、日平均気温の経日変化を曲線で示す。いま任意の日を D_c , θ_1 , θ_2 の初日を夫々 $D(\theta_1F)$, $D(\theta_2F)$ とする。 D_c と $D(\theta_1F)$, D_c と $D(\theta_2F)$ との間の日数は横軸下段に $N(\theta_1)$, $N(\theta_2)$ で示される。

Table 2の D_c は計算に用いた月日であり、この日を起

点(0)とした。回帰係数 a は、 D_c の決め方によって変化する。

次に、ある指定日 D_o から前、あるいは後に向って気温を積算し、一定積算値 $\Sigma\theta$ に到達する日 $D(\Sigma\theta)$ (表ではある日からの日数) と年平均気温との相関について、作期決定に必要な計算結果がTable 3に示される。最左欄は積算の起算日 D_o で、左から3列目の $\Sigma\theta$ は D_o からの

Table 3 Correlations and regressions between the date ($D(\Sigma\theta)$) in reaching to the certain accumulated temperature ($\Sigma\theta$) reckoning before or after the optionally fixed date (D_c) or the last day (H_L) of the safe heading and the annual mean temperature ($\bar{\theta}$) in normal year.

The initial date (D_o) in reckoning of $\Sigma(\theta)$	The initial date (D_c) in reckoning of $N(\Sigma\theta)$ in each regression equation	The fitted accumulated temperature $\Sigma\theta$	Linear correlation [$N(\Sigma\theta): \bar{\theta}$]			
			Correlation coefficient	Intercept	Slope	No. of places
			r	a	b	
Before Feb. 1	After Aug. 31	300	0.982***	-34.2	8.68	29
"	"	400	0.983***	-38.0	8.21	29
"	"	500	0.984***	-43.2	7.95	29
"	"	600	0.985***	-47.7	7.71	29
"	"	700	0.985***	-52.6	7.57	29
After H_L	Before Aug. 1	1300	-0.931***	106.4	-6.39	29
"	"	1500	-0.936***	124.7	-7.10	29
"	"	1700	-0.937***	144.7	-7.89	29
"	"	1900	-0.938***	168.3	-8.89	29
"	"	2100	-0.927***	182.6	-9.24	28
"	"	2300	-0.897***	195.2	-9.43	27
"	"	2500	-0.902***	227.0	-10.87	27
"	"	2700	-0.864***	255.2	-12.01	26
"	"	2900	-0.938***	266.0 †	-12.1 †	22
"	"	3100	-0.929***	290.0 †	-13.0 †	22
"	"	3300	-0.919***	315.0 †	-13.7 †	19
"	"	3500	-0.944***	346.9	-14.56	16
"	"	3700	-0.850**	389.4	-16.20	8
After the first day of 21°C	After Jun. 30	1300	-0.945***	109.7	-4.97	27
"	"	1700	-0.931***	133.1	-5.55	23
"	"	2000	-0.908***	146.0	-5.65	15
After H_L	After Aug. 31	860	0.950***	-15.4	4.51	28
H_L	After Jul. 31	7th day before 23F	0.982***	-28.8	4.63	28

Notes: ** and *** : 1% and 0.1% levels of significance, respectively.

†: Corrected data.

Regression equations are as follows:

$$N(\Sigma\theta) = a + b\bar{\theta}$$

where, $N(\Sigma\theta) = D(\Sigma\theta) - D_c$ (days) (See Fig. 5B).

積算気温の値を示す。この一定積算気温到達日 $D(\Sigma\theta)$ も Table 2 と同様に、ある特定日 D_c を指定し、 $D(\Sigma\theta) - D_c = N(\Sigma\theta)$ と $\bar{\theta}$ との相関を求めた。Fig. 5B は D_c からの積算気温 $\Sigma\theta_1$ と $\Sigma\theta_2$ の場合の $D(\Sigma\theta_1)$, $D(\Sigma\theta_2)$ と $N(\Sigma\theta_1)$, $N(\Sigma\theta_2)$ との関係を示す。Table 3 の左から 2 列目は D_c を示す。また、表中の \dagger 印は回帰係数 a , b の値が乱れたので、表の上下の a , b 値の分布から内挿して修正した。相関は何れも高く、両者の関係が 1 次回帰式で示されることがわかる。

4. 水稻・麦類二毛作の作期計画図

Table 2, 3 で求めた一定気温初終日、一定積算気温到達日、安全出穂晩限期 H_L 、安全成熟晩限期 860°C の各回帰式を一括図示すると、Fig. 6 が得られる。ここで、 F は初日、 L は終日を、図中の数字は積算気温を表わす。Fig. 2 に示すように、小麦の刈取期は $20\sim 21^\circ\text{C}$ 、大麦は $19\sim 19.5^\circ\text{C}$ 、裸麦は 19.5°C (図省略) で主として行われており、 $21F$, $20F$ は小麦裏作、大麦・裸麦裏作の場合の水稻の移植早限期を示す。また、麦類の播種期は Fig. 3 に示すように、Fig. 6 の右端の積算気温 500°C と 600°C の間で主として行われており、水稻の安全成熟晩限期 860°C の線とは年平均気温約 10°C で 600°C 線と交叉するだけであり、水稻の刈取り、麦類の播種は本州以南平地ではほぼ全域が作業可能なことを示している。

図中の 12 , 13 , $15F$ は水稻一毛作の場合の稚・中苗、成苗及び水苗成苗の安全移植早限期を示す。また、 15 ,

$13L$ は東北、北海道における水稻の安全出穂晩限期を示す。 H_L は Fig. 1 から求めた本州以南の共通的安全出穂晩限期を示すものであるが、気候生産力的立場からみた好適出穂期との対応をみるため、水稻気候登熟量示数 (羽生ら, 1966) と気候生産力示数 (杉原・羽生, 1980) の各最大値を示す日を \dagger と \bullet で示した。 H_L はほぼ両示数の晩限に当り、 H_L はむしろ好適出穂晩限期とも言えよう。

二毛作水稻の作期は、移植早限が $20F\sim 21F$ 、出穂晩限が H_L であり、この間で栽培可能か否かを調べる必要がある。Fig. 7 は西南暖地の晩植用としても栽培可能な 7 品種について、各地の移植～出穂期間積算気温とその平均気温との関係を示したものである。各品種とも、平均気温の増大と共に積算気温が低下する傾向がある。二毛作では水稻は比較的高温条件で栽培され、少ない積算気温が要求される。この図の右下方はこの条件にかなうものであり、ナギホ、ハヤヒカリ、トヨニシキなどは積算気温 $1300\sim 1400^\circ\text{C}$ を示し、しかも実用的収量を確保している。従って、移植～出穂期間積算気温 1300°C は水田二毛作における水稻での、品種面からみた限界条件を示すものと考えることができよう。Fig. 6 の H_L からの積算気温 $1300\sim 3300^\circ\text{C}$ は、移植～出穂期間の品種間差に対応するものであり、 H_L に出穂させる場合の各品種における各地の移植期を示すものである。また、 $21F$ からの積算気温 1300 , 1700 , 2000°C の線は、 21°F に移植した場合の 3

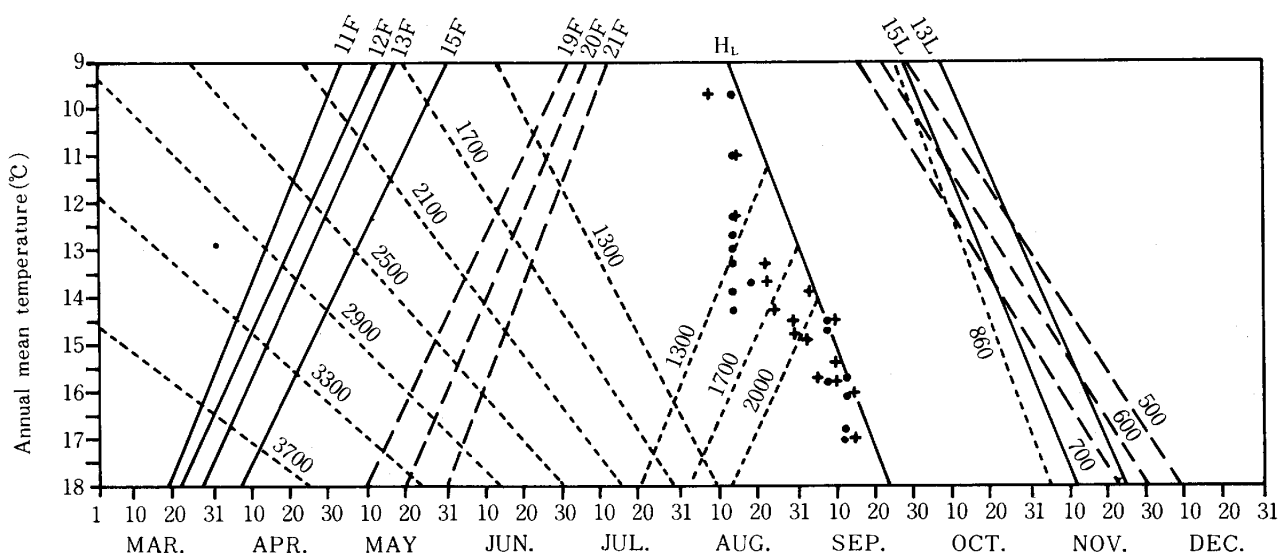


Fig. 6 Relation between the first or last days of the certain temperatures or the dates in reaching to the certain accumulated temperatures before or after the initial date in reckoning or H_L related to cultivation planning and the annual mean temperature in normal year. \dagger and \bullet denote the maximum values of the climatic index on quantity of ripening and of the climatic productivity index of paddy rice.

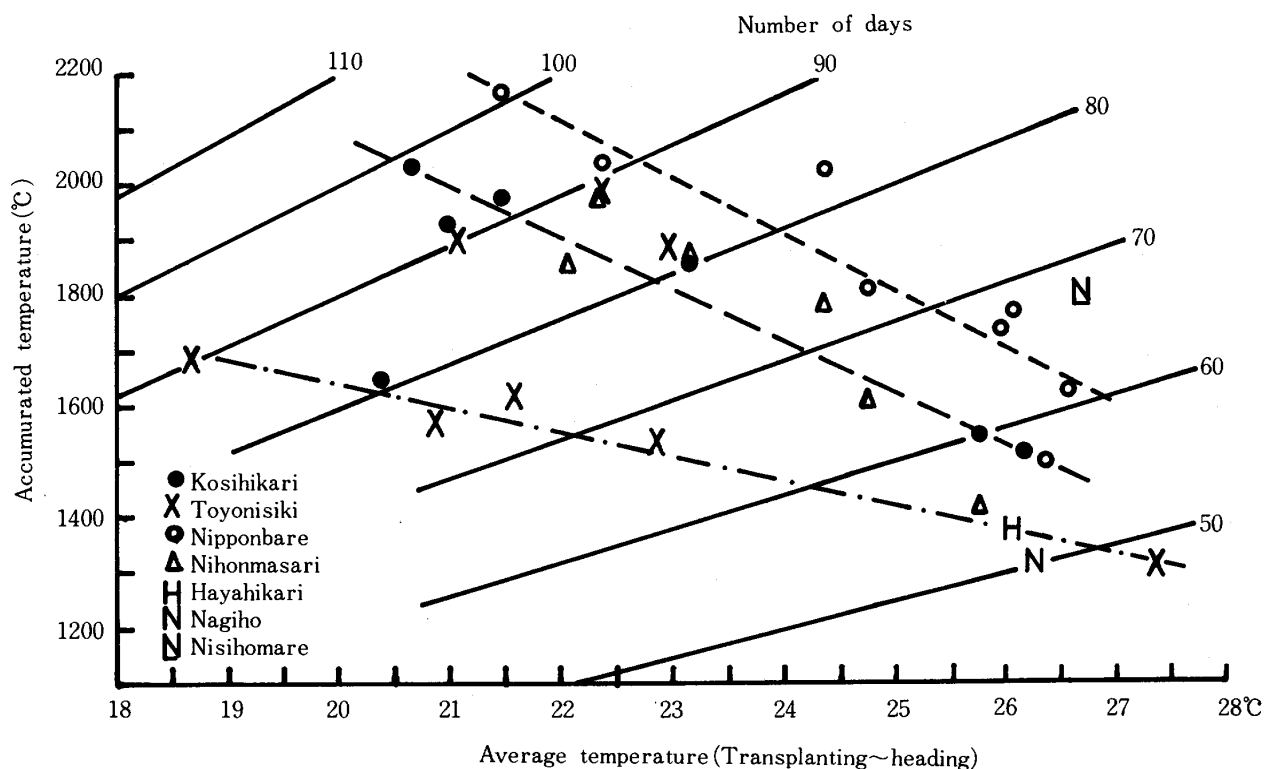


Fig. 7 Relation among the accumulated temperature, the average temperature and the number of days from transplanting to heading at several varieties in paddy rice.

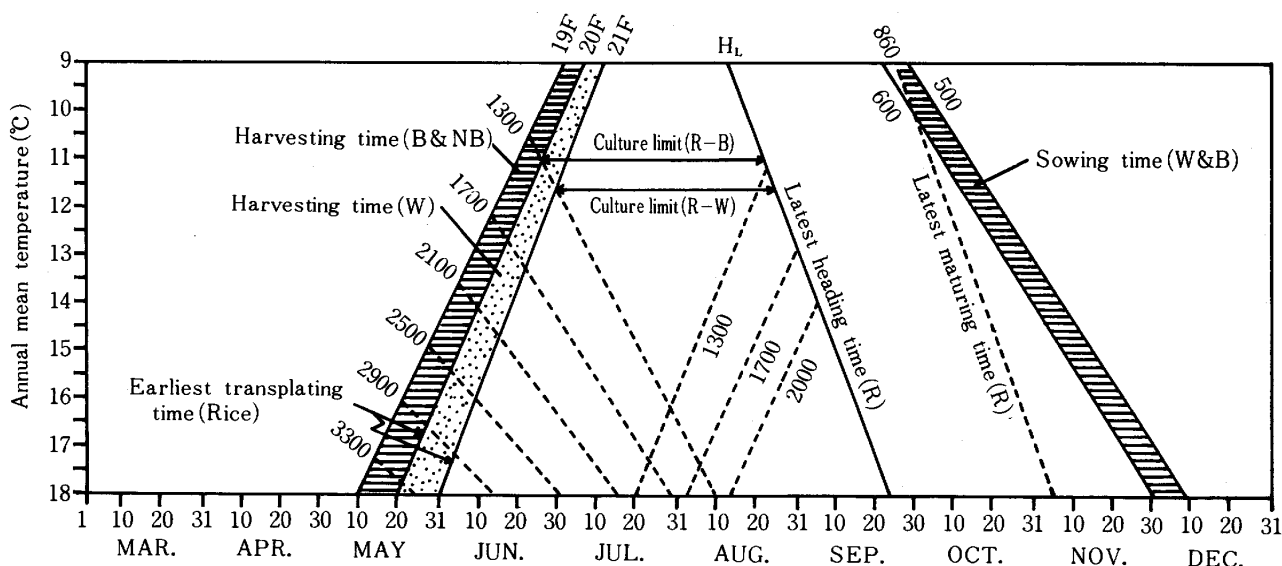


Fig. 8 Planning diagram for the two crops, paddy rice-wheat or barley, per year in the paddy field. The sowing and harvesting times in wheat and barley, the earliest time of transplanting and the latest times of heading and maturing in paddy rice are shown. The dotted lines are available for estimating the cultivable varieties in paddy rice. W, B and NB denote wheat, barley, and naked barley, respectively.

品種の出穂期を示す。

Fig.6に水稲、麦類の作期を記入し、直接必要でない線を除いたのがFig.8である。 H_L からさかのぼって積算気温 1300°C の線が $21F$ と交叉する点が水稲—小麦二毛作の低温限界地であり、 $20F$ との交点の水稲—大麦(裸麦)二毛作の低温限界地である。なお、具体的にある地域に絞って、その地域内の作期を検討する場合には、別の方法でさらに詳細に計画する必要がある。

摘 要

本邦における水田二毛作の作期を年平均気温から求めた福島ら(1960)の方法の改良を試みた。

1. 本州、四国、九州に共通する水稲の安全登熟低温限界条件を検討した結果、日平均気温 23°C 終日から7日前を安全出穂晩限期、それから積算気温 860°C に到達する日を安全成熟晩限期とみなした。

2. 麦類の播種期は2月1日を起点として、さかのぼって積算気温 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ 到達日の間で行われていた。

3. 水稲の安全成熟晩限期と積算気温 $500, 600^{\circ}\text{C}$ 到達日は何れも年平均気温と高い相関を示し(Table 3), その回帰直線は年平均気温 10°C で交叉し(Fig.6), 10°C 以上の地域では秋の二毛作作業が可能なが示された。

4. 小麦の刈取期は日平均気温 21°C 初日までに、また大麦は 20°C 初日までに各地ともほぼ完了しており(Figs.2, 6), これらの初日は同時に二毛作水稲の移植早限期を示す。これらの初日は年平均気温と高い相関を示した(Table 2)。

5. 二毛作水稲の栽培の可能性は、移植～出穂期間積算気温の大きさによって決定される。一毛作よりも高温条件で移植されることを考慮して、 1300°C が実用的最小積

算気温を持つ品種として推定された(Fig.7)。

6. Fig.8がこれらの結果を総合した作期計画図である。各地の年平均気温を知ることにより、その土地における各作期、当日の気温、栽培可能水稲品種を直ちに知ることができる。

引用文献

- 伊達 了(1963)：東北地方の水稲栽培期間の決定方法に関する農業気象学的研究，東北農試研報 28, 1—41.
- 福島都志夫・龍野得三・向井三雄(1960a)：わが国の主要農作業期に関する調査研究，第I報，関東東山農試研報 15, 1—17.
- 福島都志夫・龍野得三(1960b)：同上，第II報，同上 15, 18—31.
- (1960c)：同上，第III報，同上 15, 32—46.
- 羽生寿郎(1962)：本邦における夏季の気温日変化の型，農業気象 18, 105—108.
- 羽生寿郎・内島立郎・斉藤武雄・菅原 俐(1966)：北日本における水稲直播栽培の適地・適期の決定方法に関する農業気象学的研究，東北農試研報 34, 1—25.
- 西山岩男(1981)：イネの冷温障害の生理(2)，農及園 57, 15—20.
- 田中 稔(1962)：水稲の冷水被害並びに出穂遅延障害に関する研究，青森農試研報 7, 1—107.
- 東北農業試験場(1978)：昭和52年度冬季東北地域試験研究打合会議報告書.
- 八柳三郎(1960)：東北地方における稲作の計画栽培について(3)，農及園 35, 1248—1252.