

湛水土壤中直播栽培の出穂期、成熟期および生産力の推定法

稲村達也

Estimation of Heading and Maturing  
Date and Potential Rice Production for the Cultivation of Direct Seeding  
into Puddled and Leveld Soil

Tatsuya INAMURA

Summary

Estimation methods of heading and maturing dates and potential rice production for the cultivation of direct seeding into puddled and leveled soil, were studied by using air temperature, length of day and amount of sunshine relating to the growth of rice plants.

1. Estimation method of heading date was obtained by using accumulated average of the air temperature and length of day. The accuracy of this estimation method was better than by using accumulated average air temperature only; therefore, this method was considered more practical.
2. Estimation method of maturing date was obtained by using accumulated ripening rate that was the function of the average air temperature. However, the accuracy of this estimation method was a little inferior, therefore, this method was not considered practical.
3. Estimation method of potential rice production at heading and maturing dates, were obtained by using the average air temperature and amount of sunshine. The Hourei and Akitsuho varieties were suitable for the cultivation of direct seeding with high productivity.
4. The late critical date of direct seeding that was obtained by counting back from the late critical heading and maturing dates assumed by using average weather condition, was Jun. 6th with variety Fuyo, Jun. 30th with the Asukaminori variety, Jul. 7th with the Akitsuho variety and Jul. 15th with the Hourei variety.
5. The suitable date of direct seeding that was obtained by counting back from the heading and maturing dates for the maximum productivity, was between May. 20th and Jun. 5th.
6. The ineffective temperature on heading of variety Hourei was lower than the others. It indicated that the Hourei variety resisted the cooler weather than the others.
7. As the ineffective temperature on heading of the Asukaminori variety was 0.5 degrees higher than the Fuyou variety and the effective heat unit summation on heading of the Asukaminori variety was 88.5 degrees lower than the Fuyou variety, the heading earliness of these varieties were reversed at the seeding date of May. 21th.

Key words : Estimation methods of heading and maturing dates, Cultivation of direct seeding into puddled and leveled soil, Late critical day of direct seeding, Suitable day of direct seeding.

## 緒 言

低コスト稲作の一つとして湛水土壤中直播栽培が注目されているが、奈良県においてはわずか5haの普及に過ぎない。その理由の一つとして直播栽培の生産性に対する不安定感があげられ、この問題の解決のため直播期と出穂期、成熟期および生産力との関係を明確に提示する方法の開発が必要と考えられた。

移植水稲については生育期間の温度から出穂期を予測する方法<sup>(1)</sup>、および収量容器と登熟期間の気象条件から気候登熟熱量示数・気候生産力を求める方法等が報告され、さらに、生長動態を定量的に予測する方法<sup>(2)</sup>が報告されている。しかし、直播栽培の研究では、前述したような気象生態反応の研究は少ない<sup>(3)</sup>。そこで、本報告は奈良県の代表的な4奨励品種について出穂期および成熟期を推定し、生産力の高い最適作期を策定する方法を検討したので、以下に取りまとめて報告する。

なお、この研究の実施に当たって協力を頂いた吉野農業改良普及所の岡本一宏氏に心から感謝の意を表します。

## 実験材料および方法

1985年、1986年および1987年に本県の代表的奨励品種であるホウレイ（早生の早）、アキツホ（早生の晩）、フヨウ（中生）およびアスカミノリ（中生）の4品種

（'85のみホウレイ、アキツホ、フヨウ）を供試した。塩水選、種子消毒後、乾粳と同重量のカルパー粉剤を種子紛衣し、播種量は作期・品種共通で2.6kg/10aとし、直播機はYPS-40を用い、第1表に示す4作期で湛水土壤中直播栽培を行った。

湛水直播の早限平均気温は10℃とされ<sup>(4)</sup>奈良県平坦部では4月1～2半旬に相当する。しかし、本報告における作期の選定は奈良県特有の水利慣行上<sup>(5)</sup>遅播きになることを考慮し、平坦部の普通期移植栽培の生育相と直播栽培の生育相が同じになると想定される5月15日直播を作期Iとし、以後5月29日を作期II、6月14日を作期III、そして7月1日を作期IVとした。

施肥量は、品種共通で全生育日数の長さに応じ、作期Iはチッソ成分で10kg/10a、作期IIは9kgそして作期III、IVは8kgとし、第2表に示すように分施した。

栄養生長から生殖生長への生育相の転換は幼穂形成で把握しなければならないが、より一般的で観察しやすい出穂期を利用した。出穂期は全株の40～50%が出穂した日、そして成熟期は全株の大部分の穂首付近が黄化した日とした。

成熟期に平均的な穂数と稈長を有する5個体を抜き取り、収量構成要素の調査を行った。収量調査は1区2か所の円形坪刈りを実施した。

気象観測は場内で実施し、日平均気温はアメダスデータと整合させるため毎正時の気温の平均値とし、日長時

第1表 生育時期と生育期間

Table 1. The growing season and growing period

					(3 years average)		
Variety	Cropping season	Direct seeding date	Heading date	Maturing date	Vegetative period	Reproductive period	Total growing period
Hourei	I	5.15	8.10	9.15	88 days	37days	124days
	II	5.29	8.16	9.25	80	41	120
	III	6.14	8.26	10.8	74	44	117
	IV	7.1	9.4	10.26	66	52	117
Akitsuho	I	5.15	8.18	9.27	96	41	136
	II	5.29	8.22	10.5	86	45	130
	III	6.14	8.30	10.18	78	50	127
	IV	7.1	9.7	11.2	69	57	125
Fuyou	I	5.15	8.23	10.9	101	48	148
	II	5.29	8.29	10.23	93	56	148
	III	6.14	9.5	11.2	84	59	142
	IV	7.1	9.13	(11.14)	75	(63)	(137)
Asukaminori	I	5.15	8.23	10.13	101	52	152
	II	5.30	8.29	10.24	92	57	148
	III	6.14	9.3	10.30	82	58	139
	IV	7.1	9.11	(11.14)	73	(65)	(137)

Value in bracket shows data of immature grain.

第2表 作期別の施肥法

Table 2 Application of nitrogen fertilization of the cropping season (nitrogen component kg/10a)

Cropping season	Basal	Panicle formation stage*		Ripening stage	Total
		1	2		
I	4.0	2.5	2.5	1.0	10
II	3.0	2.5	2.5	1.0	9
III	3.0	2.5	2.5	—	8
IV	3.0	2.5	2.5	—	8

※ The panicle formation stage 1 : 20days before of heading, 2 : 10days before

第3表 作期別の収量・収量構成要素

Table 3. The yield and yield component of the cropping season. (3 years average)

Variety	Cropping season	Number of spikelets ×100/m <sup>2</sup>	1000-kernel weight g	Percentage ripened grains %	Winnowed paddy weight kg/a	Unrefined brown rice weight kg/a	Refined brown rice weight kg/a
Hourei	I	305	23.9	89.4	65.7	54.1	52.1
	II	295	23.5	86.2	69.1	56.6	54.3
	III	297	23.0	83.8	67.5	55.2	52.0
	IV	252	23.1	80.7	67.4	51.8	48.2
Akitsuho	I	314	23.2	79.6	72.5	58.9	55.3
	II	340	23.7	82.6	71.6	58.4	54.3
	III	232	23.7	86.7	67.7	55.5	53.1
	IV	206	23.6	76.6	56.5	46.0	43.6
Fuyou	I	366	21.6	76.7	69.8	56.0	50.0
	II	386	22.0	75.3	70.3	57.2	52.0
	III	344	22.3	75.7	74.2	60.4	54.7
	IV	293	21.9	(73.3)	(59.9)	(48.7)	(43.9)
Asukaminori	I	364	21.9	84.0	78.8	64.1	58.7
	II	385	22.5	83.2	74.3	61.1	56.2
	III	344	22.7	85.3	78.0	64.4	60.4
	IV	231	22.6	(79.1)	(59.0)	(48.4)	(45.0)

Value in bracket shows data of immature grain.

間は理科年表<sup>12)</sup>より奈良農試の値を計算して用いた。積算気温の計算は日平均気温を加算し、平均気温は積算気温を通算日数で除し、平均日長時間は毎日の日長時間を加算し通算日数で除した。

なお、塩水選は比重1.13で、種子消毒はチウラム・ベノミル剤200倍とMEP乳剤1000倍液に24時間浸漬して実施した。また、雑草防除は播種直後にピラゾレート粒剤3kg/10aを散布し、雑草が残った場合にはMCPB・シメトリン・ベンチオカーブ粒剤2.5kg/10aを使用した。

### 結果および考察

#### 1. 作期と生育・収量との関係

品種別に3ヶ年の成績を平均し、作期と生育・収量との関係を第3表に示した。作期の遅延で4品種とも栄養生長期間は短縮し、生殖生長期間は延長して全生育期間は短縮された。つまり、作期Iの5月15日播種から作期IVの7月1日播種までの47日間の日数の差で栄養生長期

間はハウレイで22日、アキツホで27日、フヨウで26日そしてアスカミノリで28日短縮され、生殖生長期間は各品種15日、16日、15日そして13日延長され、結果として、全生育期間は、7日、11日、11日そして15日短縮された。ここで品種の早晩性を見てみると、ハウレイおよびアキツホとアスカミノリの間では作期によって出穂期もしくは成熟期の順序が逆転することはなかったが、フヨウとアスカミノリでは作期によって出穂期および成熟期の順序が逆転したつまり、作期I~IIでアスカミノリがフヨウより4~1日晩生なのに作期III~IVではアスカミノリが2日早生化し、両品種の基本栄養生長性、感温性および感光性の違いがここに示唆された。

品種別4作期平均収量は、アスカミノリが55.1kg/aと高く、次いでハウレイ(51.7)、アキツホ(51.6)そしてフヨウ(50.2)であった。作期別では、4品種共作期IVが穎花数の減少、千粒重、登熟歩合の低下により減収の割合が大きく、フヨウとアスカミノリは成熟期に達しなかった。この試験の範囲の作期では早播きによる障

害は見られず、逆に遅播きによる収量低下や品種によっては成熟期に達しないことが判明したので、出穂期および成熟期の推定そして生産力の推定が重要と考えられた。

### 2. 出穂期の推定

出穂の早晩性は基本栄養生長性、感温性および感光性によって決定される。そこで、直播後出穂までの日数と積算気温の関係を第1図、直播後出穂までの日数と平均気温の関係を第2図、そして直播後出穂までの日数と平均日長時間の関係を第3図に示した。

直播から出穂までの積算気温は早生品種ほど小さく晩生品種ほど大きく、出穂までの日数と積算気温の間には第1図のとおり有意な正の相関がみられた。出穂は高温で早まり低温で遅れ、出穂まで日数と平均気温の間には第2図のとおり有為な負の相関が見られた。検討した作期の範囲の自然日長下では4品種とも出穂は感温性に強く支配され、日長の影響は非常に小さいようにも見られた。ところが、出穂は長日でさらに遅れ出穂までの日数と日長のあいだには第3図のとおり有意な2次の回帰が見られ、出穂期予測に日長を考慮する必要性が示唆された。

出穂期の推定精度に対する日長の影響を併せて検討するため、日平均気温の積算を用いる方法および、日平均気温と日長を用いる2つの推定式について検討した。

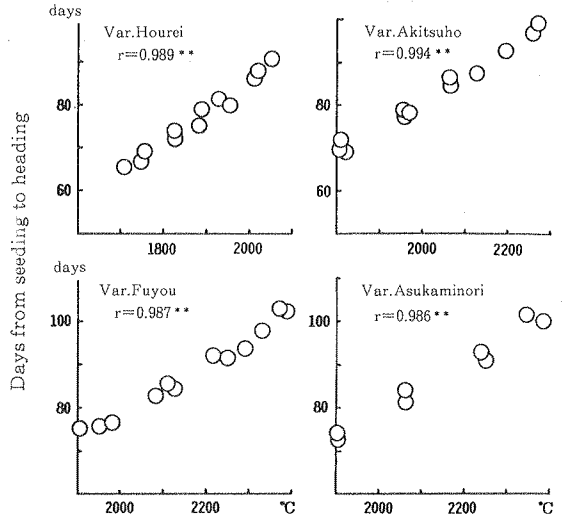
まず、気温のみを考慮した場合、出穂までの積算気温は出穂に必要な有効積算気温と出穂に影響しない無効気温の積算に分けられる(式1)。

$$\sum_{t=1}^n T(t) = T_y + T_m \times n$$

- ただし、T : 日平均気温
- T<sub>y</sub> : 出穂に必要な有効積算気温
- T<sub>m</sub> : 出穂に影響しない無効気温
- n : 直播後出穂までの日数
- if T < T<sub>m</sub> then T(t) = T<sub>m</sub>

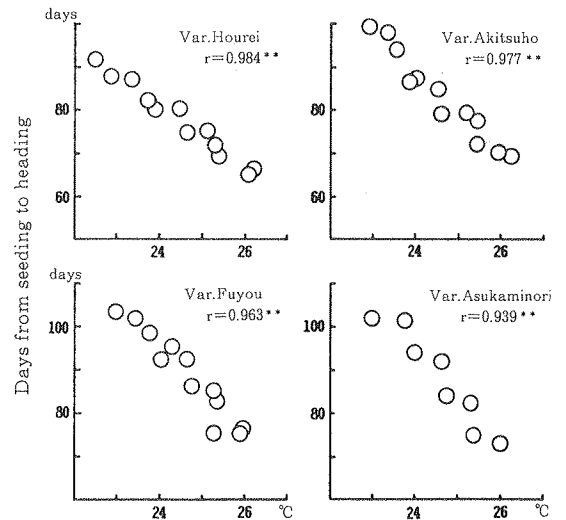
式1は第1図における品種ごとの1次回帰式の逆関数となるので、出穂に影響しない無効気温(逆関数の傾き)および出穂に必要な有効積算気温(逆関数のY軸の切片)を求め第4表に示した。同時に使用する気象データの種類を検討するため日平均気温として日最高気温と最低気温の平均値を用いた場合をあわせて表4に示した。

出穂期の推定は、直播後毎日の平均気温から出穂に影響しない無効気温を差し引いた残りを積算し、その値が出穂に必要な有効積算気温に達した日を出穂期とした(式2)。



Accumulated average air temperature during vegetative period

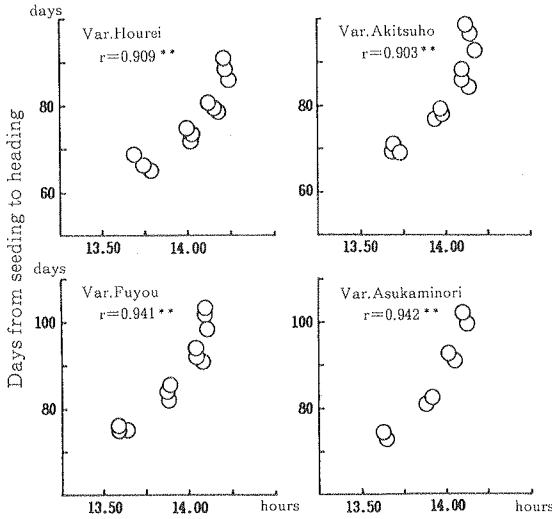
Fig. 1 Relationship between days from seeding to heading and accumulated average air temperature.



Average air temperature during vegetative period

Fig. 2 Relationship between days from seeding to heading and average air temperature.

第2図 直播後出穂までの日数と平均気温の関係



Average day length during vegetative period  
Fig. 3 Relationship between days from seeding to heading and day length.

第3図 直播後出穂までの日数と平均日長の関係

$$\sum_{1}^n \{T(t) - T_m\} = T_y \quad \text{式2}$$

if  $T < T_m$  then  $T(t) = T_m$

ここで、無効気温および有効積算気温と品種の早晚性を検討してみると、山間地に適応する耐冷性品種であるハウレイは、平坦地に適応する他の3品種に比較して無効気温はかなり低く、より低温での適応性が示された。そしてハウレイの大きい有効積算気温は、無効気温が低いために起こる高温時の異常に早い出穂を防ぐと考えられた。また、フヨウとアスカミノリの出穂の早晚性が作期によって逆転する理由は、アスカミノリの無効気温がフヨウのそれより0.9度高いのに反して、有効積算気温がフヨウより88.5度低いことによると思われる。つまり、フヨウとアスカミノリの出穂期が一致するのは直播後の積算気温が2334.8度になり、かつ直播後出穂までの日数が99日になる作期である。これより直播後出穂までの日数が短くなる、つまり作期が遅ればアスカミノリの出穂期がフヨウより早く、逆に作期が早くなればアスカミノリの出穂期がフヨウより遅くなり、早晚性が逆転する。

次に、日長を考慮して、出穂までの日数と積算気温および積算日長の関係が線形になると仮定すると、3変数のあいだにはつぎの重回帰式が与えられる。

$$n = a \sum_{1}^n T(t) + b \sum_{1}^n L(t) + c \quad \text{式3}$$

第4表 出穂に関する無効気温と有効積算気温の値

Table 4 Tte uneffective temperature and effective heat unit summation on heading

Variety	Uneffective temperature		Effective heat unit summation	
	1	2	1	2
Hourei	13.8	13.9	817.9	909.2
Akitsuho	16.3	16.7	679.7	753.7
Fuyo	16.8	17.0	683.4	785.2
Asukaminori	17.7	18.0	594.9	685.0

1 : obtained by using average air temperature calculated from air temperature at each o'clock.

2 : obtained by using average air temperature calculated from maximum and minimum.

第5表 出穂まで日数に対する積算気温と日長の重回帰式

Table 5 The multiple regression equation between days from seeding to heading and accumulated air temperature, day length

Variety	a	b	c	r
Hourei	$-9.85 \times 10^{-4}$	$6.49 \times 10^{-2}$	8.57	0.999**
Akitsuho	$-7.27 \times 10^{-3}$	$7.30 \times 10^{-2}$	12.79	0.999**
Fuyo	$-5.13 \times 10^{-3}$	$6.98 \times 10^{-2}$	13.52	0.999**
Asukaminori	$-7.21 \times 10^{-3}$	$7.34 \times 10^{-2}$	13.31	0.999**

$n = a \sum T(t) + b \sum L(t) + c$

ただし、T : 日数平均気温

L : 日長

n : 出穂までの日数

a, b, c : 定数

そこで、4品種の重回帰式を求めたところ、いずれの式の相関係数も第5表に示すように有意であった。

式3を用いて出穂期を推定する場合は、式3を次のように変形し、

$$\sum_{1}^n \{1 - aT(t) - bL(t)\} = c \quad \text{式4}$$

日平均気温と日長にそれぞれの定数を乗じた左辺の積算値が定数Cとなった日を出穂期とした(式4)。

次に、式2と式4の精度を比較するため、両式を供試した4品種に当てはめ実測日と推定日との誤差の絶対値を平均して第4図に示した。なお、式2は、毎正時の気

温を平均した場合と日最高・最低気温を平均した場合についても検討した。気温のみを考慮した場合には毎正時の気温を平均した場合の精度が、日最高・最低気温を平均した場合より向上するがその程度は余り顕著ではなかった。ところが、日長を考慮した場合の推定精度は前2者に比較して非常に高くなり、検討した作期および品種でも出穂期の推定精度に対する日長の影響が非常に大きいことがわかった。推定精度向上のために日長を考慮する必要性が示された。第5図に直播日から起算した出穂期の観測日と式4による予測日を比較した。この様に式4による推定は、供試した作期、品種の範囲では有効な手法と考えられ、式2の定数の値によって品種間の特性を比較することができた。

一方、堀江は一連の研究で発育速度 (DVR : Development Rate) と発育ステージ (DVS: Development Stage) の概念<sup>9)</sup>を定式化している。DVSとは、直播日を0、出穂期を1とする発育ステージを表すスケールで、DVRはDVSが1日に進む速度とし、毎日のDVRを積算してDVSが1になった日を出穂期としている。式2と式4は次のように書き換えられ、平均気温および日長を考慮した線形のDVRと同一となる。

$$DVR = a(T - b) \text{ if } T < b \text{ then } DVR = 0 \text{ 式 2-1}$$

$$DVR = aT + bL + c \text{ 式 4-1}$$

ただし、T : 日平均気温

L : 日長

a, b, c : 定数

### 3. 成熟期の推定

水稻の登熟期間は気温に影響されることが知られている。そこで、第6図に登熟日数と登熟期間の積算気温の関係を示した。なお、成熟に達しなかった場合は図中に(●)で示した。

登熟期間の積算気温は早生品種ほど小さく晩生品種ほど大きくなるが、各品種における登熟期間の積算気温は一定とはならず積算気温から成熟期を推定することはできなかった。また、登熟日数と積算気温の間には正の相関が見られるが、作期IV (図中の白丸印) は他の作期に比較して登熟期間の積算気温および登熟日数が少なくても成熟期に達しており、有効積算気温から成熟期を推定する方法は精度が劣ると考えられた。

一方、登熟日数の逆数と登熟期間の平均気温の関係を求めたところ、ある平均気温を境として平均気温の低下

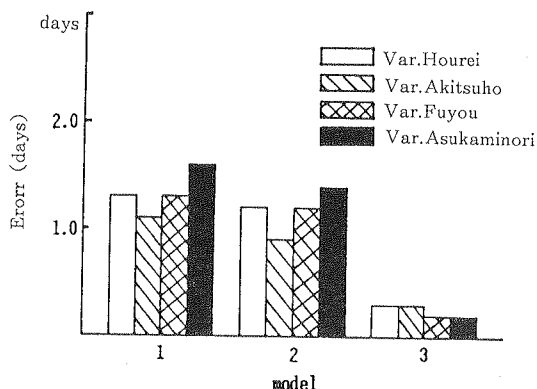


Fig. 4 Comparison of accuracy between models for estimating heading date.

- model 1. using average air temperature calculated from maximum and minimum
- model 2. using average air temperature calculated from air temperature at each o'clock
- model 3. using average each o'clock air temperature and day length

### 第4図 推定式の精度比較

- モデル1 日最高・最低気温の平均を用いた場合
- モデル2 毎正時の気温の平均を用いた場合
- モデル3 モデル2に日長時間を加えた場合

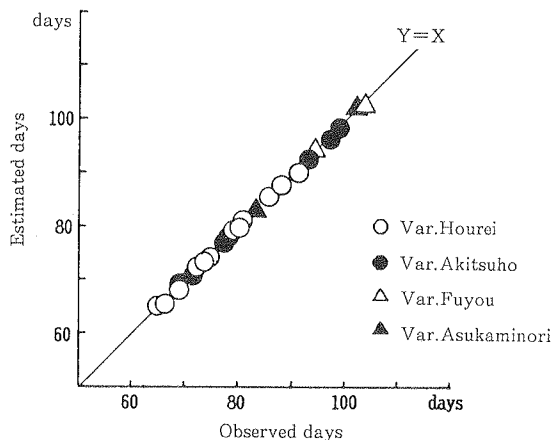


Fig. 5 Comparison of days from sowing to heading between observed days and estimated days.

### 第5図 出穂まで日数の予測と実測の比較

に比較して登熟日数の逆数の減少が緩やかであった(第7図)。登熟日数の逆数は、ある条件において1日当りに登熟する登熟速度であり、第7図は平均気温で見た1日当り登熟速度となるので、作期IVの様に登熟期間の平均気温が低くなっても成熟期までの日数がそれほど長くない。そこで、1日当りの登熟速度をその日の平均気温より算出しその値を出穂期から日々積算し、積算値が1になる日を成熟期とすることにした(式5)。

$$\frac{\beta}{\alpha} \sum F(T) = 1 \quad \text{式5}$$

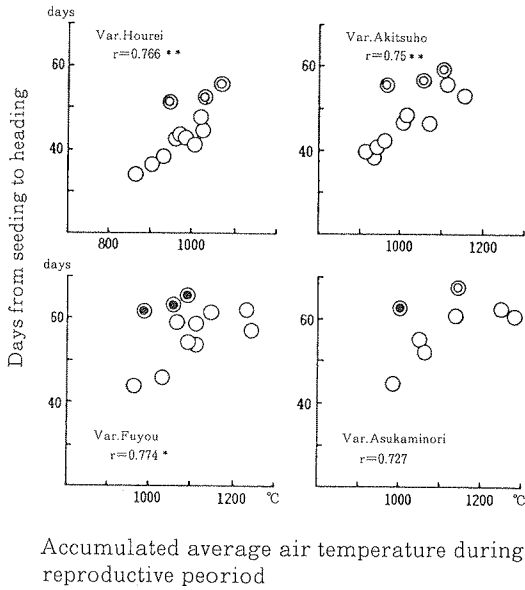


Fig. 6 Relationship between days from heading to maturing and accumulated temperature.

○:cropping season IV  
●:inmature

第6図 出穂から成熟期までの日数と積算気温の関係

○：作期IV  
●：成熟期に達せず

$$F(T) = a + e^{b(T-c)}$$

ただし、T：日平均気温  
α：出穂期  
β：成熟期  
a, b, c：定数

1日当り登熟速度と平均気温の関係(式5の関数F)はシンプレックス法により求め、第7図中に示した。平均気温の低下に対して登熟速度の減少が緩やかになる平均気温は、ホウレイ24度、アキツホ22度、フヨウ21度そしてアスカミノリ20度付近と見られた。

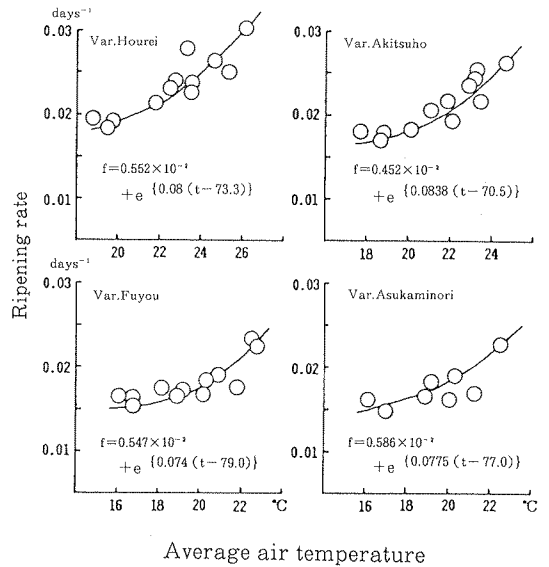


Fig. 7 Relationship between ripening rate and average air temperature.

第7図 登熟速度と平均気温の関係

第8図は登熟速度を考慮した式を、供試した4品種に当てはめ、その精度を検討したものである。第8図によると、登熟速度を考慮しても実用化にはやや予測誤差が大きいように思われた。登熟速度の考えは、前述したDVR（発育速度）の概念<sup>7)</sup>と同一と考えられるが、本報告の関数形は、高温域における登熟速度の頭打ちと登熟を停止する低温域を設定した堀江とは異なっており、その違いを今後検討することが推定精度向上につながると思われた。

### 3. 生産力の推定

出穂期および成熟期の推定が可能となっても、それぞれにおける生産力を推定ができなければ作期の決定は困難と考えられた。

羽生<sup>9)</sup>、棟方<sup>9)</sup>、杉原<sup>10)</sup>等は、籾数・収量と登熟期間の気象条件との関係より気候登熟量示数および気候生産力を考案し、水稲作期の決定を行った。特に、羽生・内島<sup>9)</sup>は気象条件より見た水稲の登熟最大量を表す気候登熟量示数 ( $Y_R$ ) として次式を提唱し、

$$Y_R = S \{4.14 - 0.13 (21.4 - \theta_m)^2\} \quad \text{式6}$$

ただし  $Y_R$  : 全玄米重

$S$  : 出穂後40日間の日照時間

$\theta_m$  : 出穂後40日間の平均気温

各地域には  $Y_R$  を最大にする出穂期があるとしている。

本研究では着生した穎花がすべて登熟した場合に最大収量が得られると考え、穎花数に玄米千粒重を乗じた可能最大生産量を穎花数が決定される出穂期における  $Y_R$  とした。そして、出穂期の可能最大生産量が登熟過程を経て実収量となると考え粗玄米重を成熟期における  $Y_R$  とした。本研究では羽生・内島とは異なり、日照時間  $S$  は直播から出穂までと登熟期間の積算日照時間を使用し、平均気温  $\theta_m$  も同期間の平均気温を使用した。両時期における  $Y_R/S$  と平均気温の関係は第9図および第10図に示した。図中の●は  $\theta_m$  の1度間隔の各温度階層に属する最大値である。この様な温度階層ごとの上限を示す作期や年次の例は、品種ごとの各温度階層における現技術水準下での最大値を示すものと考えられる<sup>9)</sup>。そこで、図中に示す平均気温との回帰式の定数を第6表に示した。登熟量の最大値は回帰式の定数  $a$  で与えられ、その時の平均気温は回帰式の定数  $c$  となる。最大の  $Y_R/S$  を与える平均気温は、出穂期と成熟期で異なり各品種とも出穂期のほうが成熟期より高く、出穂期では24度前後と品種

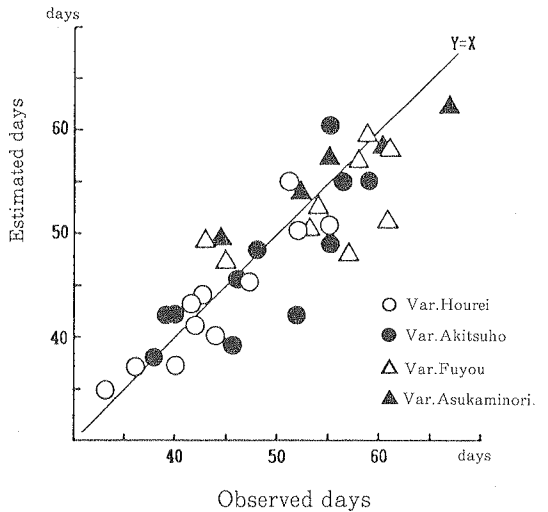


Fig. 8 Comparison of days from heading to ripening between observed days and estimated days.

第8図 出穂から成熟までの日数の予測と実測の比較

第6表  $Y_R/S$  と平均気温の回帰式

Table 6 The regression equation between  $Y_R/S$  and average daily air temperature.

Growing period	Variety	a	b	c
Vegetative	Houri	1.53	0.0602	24.7
	Akitsuho	1.38	0.0746	23.9
	Fuyou	1.55	0.207	24.6
	Asukaminori	1.49	0.165	24.7
Reproductive	Houri	2.19	0.0288	23.3
	Akitsuho	2.18	0.0406	22.4
	Fuyou	1.94	0.0257	20.5
	Asukaminori	2.04	0.0304	20.9

$$Y_R/S = a - b (c - \theta_m)^2$$

間であり差がなかったが成熟期ではホウレイ23.9度、アキツホ22.4度、フヨウ20.5度そしてアスカミノリ20.9度と早生品種で高く、中生品種で低かった。成熟期の最大  $Y_R/S$  を見るかぎりではホウレイおよびアキツホが検討した作期の中で湛水土壤中直播栽培に収量面で適しているように思われた。



4. 出穂期、成熟期および生産力の推定例

前2項では、積算気温、日長および日照時間から出穂期、成熟期および最大可能生産力を推定することができた。

ここでは、奈良農試における平年の気象データを用いて湛水土壤中直播栽培の出穂期、成熟期および最大生産力の推定を行った。推定に用いた作期は、平坦部の普通期移植栽培の生育相と直播栽培の生育相が同じになると想定される5月15日直播から7月31日直播までとした。まず、日長を考慮した出穂期の推定式(式4)を用い各品種の出穂期を推定し、その出穂期を起点として登熟速度を考慮した成熟期の推定式(式5)を用い成熟期を推定した。そして、出穂期と成熟期における最大生産力を式6を用いて推定し、第11図に示した。

作期の遅延で4品種とも栄養生長期間は短縮されるが、

出穂から成熟までの日数は7月上旬直播まで作期が遅れるにつれて短縮され、それ以後の作期では成熟までの日数は気温の低下により延長された。そして、品種間の出穂期および成熟期の早晩性が良くシミュレートされ、特にフヨウとアスカミノリの5月21日直播の前後における早晩性順序の逆転がよく示された。

穎花数に玄米千粒重を乗じた出穂期の可能最大生産量( $Y_R$ )は5月第6半旬の作期で90kg/a前後と最大となり、これの前後で低下し6月第3半旬以降の作期で急激に低下した。成熟期の可能最大生産量( $Y_R$ )、つまり粗玄米重は5月第6半旬から6月第1半旬の作期で約60kg/aと最大となり、この作期の前後で緩やかに減少し6月中旬の作期までこの状態が続き、6月下旬以降の作期では急激に低下した。可能最大生産量( $Y_R$ )から考えた直播の適期は5月第6半旬から6月第1半旬で、現代の技術水準下での最高収量(粗玄米)は約60kg/aと

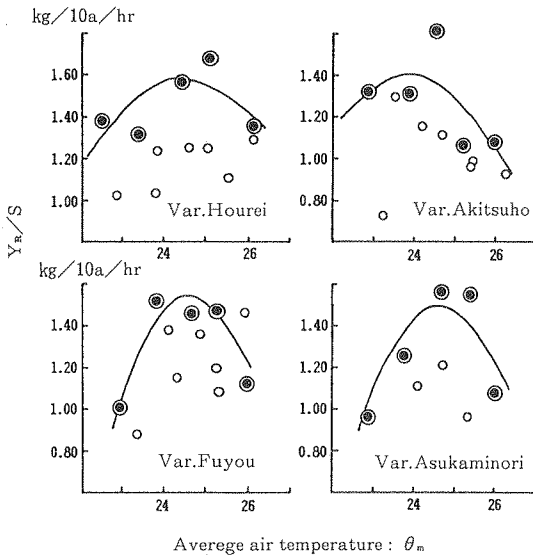


Fig. 9 Relationship between  $Y_R/S$  and average daily air temperature ( $\theta_m$ ) in vegetative period.

$Y_R$ : (Number of spikelets/ $m^2$ )  $\times$  (1000—kernel weight)  
 $S$ : sunshine hours

第9図 出穂期における $Y_R/S$ と平均気温( $\theta_m$ )の関係

$Y_R$ : 穎花数/ $m^2$   $\times$  千粒重  
 $S$ : 日照時間

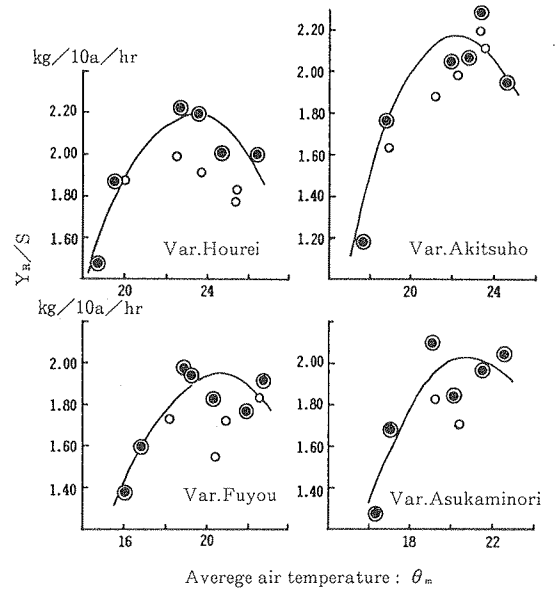


Fig. 10 Relationship between  $Y_R/S$  and average daily air temperature ( $\theta_m$ ) in reproductive period.

$Y_R$ : total weight of rice grains  
 $S$ : sunshine hours

第10図 成熟期における $Y_R/S$ と平均気温( $\theta_m$ )の関係

$Y_R$ : 粗玄米重  
 $S$ : 日照時間

摘

要

引用文献

湛水土壤中直播栽培における出穂期、成熟期および生産力の推定法について圃場栽培した水稻の生育と気温、日長および日照条件から検討した。

1. 日平均気温および日長時間の積算から出穂期を推定する方法は、有効積算気温による推定法に比較して推定精度が非常に高く、実用化可能と考えられた。
2. 日平均気温の関数である登熟速度の積算から成熟期を推定する方法は、実用化にはやや予測誤差が大きかった。
3. 日平均気温および日照時間を用い、出穂期および成熟期における最大可能生産量を推定すると、ハウレイおよびアキツホが収量面で湛水土壤中直播栽培に適していた。
4. 平年の気象データを用いて予測した出穂期および成熟期から見た直播晩限は、フヨウでは6月25日頃、アスカミノリで6月30日、アキツホで7月7日そしてハウレイで7月15日頃と見られた。
5. 最大生産力を示す出穂期および成熟期から見た直播の適期は5月第6半旬から6月第1半旬と見られた。
6. 耐冷性品種であるハウレイの無効気温は低く、低温での適応性が示された。
7. フヨウとアスカミノリの出穂の早晩性が5月21日直播の前後で逆転する理由は、アスカミノリの無効気温がフヨウのそれより0.9度高いのに反して、有効積算気温がフヨウより88.5度低いことであった。

1. 羽生寿郎・内島立郎・菅原 俐. 1965. 寒地水稻の安全出穂期を決定する新方法. 農業気象 18(3): 109-117.
2. 羽生寿郎・内島立郎・斎藤武雄・菅原 俐. 1969. 北日本における水稻直播栽培の適地・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
3. 羽生寿郎・内島立郎・菅原 俐. 1969. 水稻生産量の農業気候の表示方法に関する研究. 東北農試研報34: 27-36.
4. 羽生寿郎・杉原保幸. 1981. 水稻の気候生産力の評価に関する研究. 農業気象 36(4): 257-261.
5. 永高信雄・鷺尾 養. 1973. 中国地方における水稻稚苗移植栽培の作季に関する研究. 中国農試研報 A (22): 1-20
6. 堀江 武. 1981. 気象と作物の光合成、蒸散そして生長に関する生態学的研究. 農研報告 A28: 1-181.
7. 堀江 武. 1984. イネの生産の気象的評価・予測法に関する研究. 昭和59年度日本農業気象学会全国大会講演要旨 5-6
8. 細井徳夫. 1977. 気象要因による水稻生育の変動性. 日作紀 46(3): 352-360
9. 棟方 研・川崎 勇・假谷 柱. 1967. 気象および稲体要因からみた水稻生産力の定量的研究. 中国農試研報 A (14): 59-96
10. 杉原保幸・羽生寿郎. 1980. 水稻の気候生産力の評価に関する研究. 農業気象 36(2): 71-79.
11. 吉野川分水史. 1977. 奈良県. 297-304
12. 理科年表. 1982. 49-50. 丸善株式会社