水稻登熟気温の品種間差異について

小 高 真 一 ・ 安 部 信 行

(北海道農業試験場作物第一部)

Varietal Differences of Air Temperature during Ripening Period of Rice

Shin'ichi KOTAKA and Nobuyuki ABE

(First Crop Division, Hokkaido National Agricultural Experiment Station,
Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo 061-01)

1. はじめに

北海道では、イネの登熟期間の気温の不足によって、未登熟米が多発し、玄米千粒重の低下や青米の増加などのため、米質が著しく低下する年次がみられる。低温下における登熟性の良否は、品種の育成上重要な形質の一つであるが、登熟推移の実態や品種間差異を的確に表現する手法については未知の点が多い。筆者らは北海道で育成された主要な 30 品種を用いて、登熟期間の気象の推移を異にする 2 ケ年の成績を一括して、出穂期以降の平均気温の品種別積算値(登熟気温)と登熟性(登熟歩合及び青米粒数歩合の推移)との関係を求めた。その結果、登熟に対する気温反応から登熟性の品種間差異を明らかにしたので報告する。

2. 試験方法

(1) 試験年次および試験地：1978 年(高温年)、1979 年(やや低温年)に北海道農試北野水田において実施。

(2) 供試品種：30 品種(Table 1 参照)。

(3) 栽培法：4 月 25 日播種、5 月 23 日移植(成苗手植)。m² 当り 22.2 株(30 cm×15 cm)、1 株 3 本植。10 a 当り施肥量は、N 8 kg、P₂O₅ 8 kg、K₂O 6 kg、堆肥 1.100 kg を基肥として施用。

(4) 調査材料の採取：品種ごとの出穂期に、止葉の葉耳から穂が 1/2～1/3 程度抽出した茎を、1 品種 300 本を選定のうえマークし、出穂期から成熟期まで 7 日おきに 9 回、および登熟進度の最も旺盛な出穂期後 18 日めにそれぞれ 30 穂ずつ採取。

(5) 調査：生育ステージ、生育・収量調査、登熟推移(登熟歩合、青米粒数歩合、粗玄米千粒重など)の追跡調査。

3. 調査結果の概要

(1) 試験年次の気象推移の特徴と生育

1978 年：7 月中旬から 8 月中旬まで約 1 ケ月間、札幌で 32 年ぶりと言われる高温が続き、生育ステージは著しく促進し、出穂期は平年に比して、早生は 5 日、中生は 8 日～10 日、晩生は 10 日以上も早まり、出穂後 40 日間の平均気温の積算値は平年に比して 120～130℃も高く、北海道としては異常な高温条件下での登熟となった。

1979 年：6 月中旬まではほぼ平年並であったが、6 月下旬頃からオホーツク海高気圧におおわれ、7 月上旬には北海道上空に寒気が流入したため気温が低下した。とくに 7 月 13 日～20 日は最低気温が 10℃前後に低下し(18 日は 8℃)、障害型冷害が懸念されたが、晴冷型で最高気温が高かったことと、生育ステージが遅延して危険期が遅れていたため、辛うじて障害型冷害を免れた。この低温傾向は 8 月上旬まで持続し、生育は多けつ傾向と出穂遅延となり遅延型冷害様相を示したが、8 月中旬からの昇温で、晩生品種も出穂限界(札幌で 8 月 15 日頃)内に出穂した。従って著しい登熟阻害は見られなかったが、おおむね低温下で登熟が推移した。

(2) 登熟歩合の推移と品種間差異

登熟歩合(1.06 の比重液で沈下した粳数の割合)は、登熟気温 400℃前後から急速に直線的増加傾向を示すが、一定の登熟歩合に達すると増加速度は急に緩慢となる。このような登熟推移の品種の特徴を表現するには、「1 ないし 2 の折曲点を持つ折れ線モデルへのあてはめ」(大塚・吉原、1975)が適当と考えられ、Fig. 1 の「1 回折れ線モデル、タイプ 3」へのあてはめを試みた。

すなわち、初期登熟の良否は、登熟開始期から折曲点(P)に達するまでの上昇角度(第 1 直線の回帰係数 b_1 値)、後期登熟は第 2 直線の上昇程度(b_2 値)を以て比較

Fig. 1. The type 3 of the growth pattern model with intersecting straight lines (Ootsuka & Yoshihara; 1975). P: Intersecting point.

した。30 品種の計算結果を Table 1 に示す。

「折れ線モデル、タイプ 3」にあてはめた結果、寄与率(R^2)は各品種とも 0.92~0.99 と極めて高く、この方法による解析の適合性が認められたので、第 1 直線の回帰係数 b_1 値と、第 2 直線の回帰係数 b_2 値を用い、両者の相関図(Fig. 2)から、次のような品種の分級が出来ることが分かった。

A 型: b_1 値・ b_2 値ともに大きい(初期登熟, 後期登熟ともによい)…24. さちほ, 11. イシカリ, 17. キタヒカリ, 20. そらち, 25. ひめほなみ。

B 型: b_1 値は比較的大きいが b_2 値は小さい(初期登熟は比較的良好だが, 後期登熟ののびは少ない)…3. きたこがね, 10. ゆうなみ, 19. 新雪, 5. なるかぜ, 15. う

Table 1. Relation between ripening characters and accumulated average air temperature during ripening period.

Varieties	Relation between percentage of ripened grains and accumulated average air temperature (estimated by type 3 of intersecting straight lines)					Relation between percentage of green kenneled rice grains and accumulated average air temperature (estimated by $y = ae^{bx}$)		
	Contribution R^2	Coordinates of intersecting point (P)		Regression coefficient		Contribution R^2	Constant a	Regression coefficient b
		$X^{1)}$	$Y^{2)}$	$b_1^{3)}$	$b_2^{4)}$			
1 Nōrin No. 33	0.970	766℃	77.8%	0.183	0.023	0.985	514.1	-3.386
2 Kiyokaze	0.974	936	75.9	0.141	0.019	0.985	345.3	-2.492
3 Kitakogane	0.980	693	72.6	0.229	0.021	0.967	590.5	-3.700
4 Hayakogane	0.990	725	66.6	0.172	0.014	0.879	490.0	-3.572
5 Narukaze	0.976	708	71.9	0.209	0.015	0.907	360.3	-3.097
6 Nōrin No. 20	0.981	917	76.5	0.139	0.005	0.961	309.5	-2.480
7 Hayayuki	0.985	778	67.3	0.159	0.020	0.958	355.3	-2.780
8 Kachihonami	0.982	711	62.6	0.186	0.022	0.931	382.5	-3.237
9 Shiokari	0.967	751	59.2	0.142	0.021	0.929	388.9	-3.006
10 Yūnami	0.993	722	63.6	0.199	0.005	0.930	702.3	-3.860
11 Ishikari	0.980	630	59.7	0.274	0.031	0.965	562.2	-3.434
12 Tomoyutaka	0.990	764	63.3	0.177	0.031	0.947	702.2	-3.717
13 Mimasari	0.986	765	57.9	0.149	0.011	0.932	451.8	-3.333
14 Sasahonami	0.987	736	57.2	0.162	0.017	0.957	444.3	-3.073
15 Uryū	0.969	714	64.9	0.199	0.016	0.952	509.3	-3.413
16 Fukuyuki	0.992	814	54.1	0.117	0.012	0.956	279.4	-2.187
17 Kitahikari	0.982	638	61.6	0.251	0.033	0.984	776.9	-4.146
18 Hōryū	0.979	635	45.9	0.201	0.056	0.985	824.4	-3.945
19 Shinsetsu	0.947	709	68.3	0.197	0.012	0.799	253.2	-2.846
20 Sorachi	0.999	664	55.7	0.255	0.043	0.973	638.7	-3.989
21 Ishikari-shirage	0.994	795	67.5	0.170	0.030	0.887	700.1	-4.219
22 Hokusetsu	0.924	663	55.3	0.183	0.038	0.792	253.0	-2.802
23 Eikō	0.927	695	53.2	0.182	0.040	0.956	421.3	-3.243
24 Sachiho	0.976	594	56.6	0.294	0.058	0.972	3038.5	-6.330
25 Himehonami	0.928	534	32.8	0.228	0.056	0.970	380.0	-2.858
26 Nan-ei	0.969	818	60.7	0.142	0.043	0.977	1081.2	-4.447
27 Shin-ei	0.953	782	65.6	0.164	0.018	0.983	635.1	-3.592
28 Yūkara	0.948	674	61.6	0.219	0.025	0.994	1026.1	-4.509
29 Matsumae	0.988	686	54.9	0.220	0.032	0.963	520.8	-3.169
30 Tomoemasari	0.959	743	54.7	0.181	0.030	0.956	366.4	-2.574

Notes: 1) Accumulated average air temperature during ripening period.

2) Percentage of ripened grains.

3) Regression coefficient of 1st straight line.

4) Regression coefficient of 2nd straight line.

りゅう。

C型： b_1 値は小さいが b_2 値は大きい(初期登熟はおそいが、後期登熟はよい)…26. 南米。

D型： $b_1 \cdot b_2$ 値ともに小さい(初期登熟は遅く、後

Fig. 2. Correlation diagram between b_1 (regression coefficient of 1st straight line) and b_2 (regression coefficient of 2nd straight line). M: Mean.

Fig. 3. Classification of varieties according to the ripening type.

期登熟も不良)…16. ふくゆき, 6. 農林 20 号, 13. みまさり。

各型の登熟推移を図示すると, Fig. 3 のとおりとなる。

北海道で遅延型冷害が懸念される低温年には, 初期登熟の良否が米質に影響するところが大きい。「折れ線モデル」からの推定により, 出穂後積算気温 600℃で登熟歩合が 50% に達する品種(低温下において, 初期登熟の良好な品種)を求めると, さちほ・キタヒカリ・イシカリ・きたこがねなどがあげられ, これらは何れも強稈で止葉角度が大きく, 受光態勢のよい草型であるが, このような形態が初期登熟を良好にする一因と考えられる。

(3) 青米粒数歩合の推移と品種間差異

粗玄米を対象として, 青米粒数歩合の減少傾向の推移を, 登熟気温と対比して検討した。出穂後の積算気温が 500℃程度までは, 殆どの品種が 100% まで青米であるが, その後, 加速度的に減少するので, 指数型曲線式 $Y = ae^{bx}$ を用いて, 青米歩合の低下傾向の品種間差異を検討した。Table 1 に示したように, 寄与率(R^2)は殆どの品種が 0.9 以上で, この回帰式による推定が可能であることを示している。

各品種の回帰係数は Table 1 に示してあるが, この b 値の絶対値を用いて, 青米の経時的減少傾向の品種間差異を比較すると次のとおりである。

A: 青米の減少が早い品種(b の絶対値が大きい)…さちほ, ユーカラ, キタヒカリ, 石狩白毛, 南米。

B: 青米の減少の遅い品種(b の絶対値が小さい)…ふくゆき, 農林 20 号, きよかぜ, 巴まさり。

1 例として, 「さちほ」と「ふくゆき」の登熟気温と青米粒数歩合との関係を図示すると, Fig. 4 のとおりと

Fig. 4. Relation between percentage of greenkerneled rice grains and accumulated average air temperature during ripening period. R^2 : Contribution.

なる。なお、指数型曲線式から、登熟気温 800℃ における青米粒数歩合を品種別に求めると、さちほ 19.2%, ユーカラ 27.8%, キタヒカリ 28.2%, ふくゆき 48.6%, 農林 20 号 42.6%, 巴まさり 46.7% で、品種間差異が顕著であった(小高・安部, 1980)。

(4) 登熟速度および青米粒数の減少推移と品種間差異

登熟速度と青米粒数の減少推移の両面から、登熟性の良好な品種を求めると、「さちほ」が最も勝れ、ついで「キタヒカリ」「ユーカラ」などがあげられる。冷害年に登熟の良否が常に問題となる北海道においても、その品種間差異を数値化して比較検討した文献は見当たらないが、1980 年の冷害下においても、同一地帯において「キタヒカリ」は他の品種より上位等級に格付けられた事例は多く、「ユーカラ」は晩生品種のため、気象条件のよい一部地域に限定されているが、良質・良食味品種として定着している(北海道農務部, 1981)。

4. む す び

気象条件の異なる 2 ケ年の成績から、群落状態のイネを対象として、受精から精玄米に至る米粒の発育推移と登熟気温との関係を解析した。その結果、品種間差異の検定に役立つ手法として、登熟歩合の比較には「折れ線

モデル・タイプ 3」, 青米粒数歩合には「指数型曲線式」の適用が可能であることを明らかにした。

自然条件下での試験であるから、さらに、気象条件や栽培条件などの変化を組み入れ、低温条件下で良好な登熟を示す品種・系統の選抜基準を解明するとともに、今後は登熟促進手法の開発についても究明したい。

謝辞: この研究は、農林水産技術会議の別枠研究「異常気象対応技術の確立に関する総合研究」の一環として実施したもので、試験の設計に当ってご指導を賜った、北海道農試、前作物第一部長鳥山国土博士、また、とりまとめに当り、原稿のご校閲を載いた作物第一部長宮坂昭博士に深く感謝の意を表する次第である。

引 用 文 献

- 1) 大塚雍雄, 吉原雅彦, 1975: 1 ないし 2 の折曲点をもつ折れ線モデルのあてはめ, 応用統計学, **5**(1), 29~39.
- 2) 北海道農務部, 1981: 昭和 55 年冷害の実態, 17~20.
- 3) 小高真一, 安部信行, 1980: 低温下における水稻登熟性の品種間差異, 日本農業気象学会北海道大会講演要旨集, 42~46.