水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究

LIII. 品種の早晩と栽培時期の早晩による幼穂発育経過の差異と発育段階の認定法 (2)*

松 島 省 三・真 中 多 喜 夫

(農林省農業技術研究所)

著者らは 1952 年以降毎年水稻の幼穂発育経過を追跡して来たが、近年全国的に早期または早植栽培の普及に伴って、極端な早生種を用いて極端な早植が行われると共に、他方かなりおそい晩植も行われる現状にかんがみ、1957 年及び 1958 年には極端な早生種及び晩生種を加え、極端に栽培時期を異にした試験区を設け、幼穂の発育経過がどのように異なるかを追跡した。そして、このようにきわめて広い範囲の品種及び栽培時期を対象とした場合においても、なお原理的に幼穂の発育段階を推定し得る方法について検討した。一部は前報 (XLVI) にて略報したが、ここでは 2 箇年の成績を一括して報告する。

実 験 方 法

第 1 表に見るように、供試品種は極早生テルニシキ・早生藤坂 5 号・中生農林 25 号・極晩生農林 18 号であり、栽培時期は 5 月 10 日より 7 月 21 日までの間に 3~4 回とした。幼穂の発育段階の検定には、主稈を用いて、止葉分化期から 4 日おきに Sampling して、前報と同様に固定し、パラフィン法によつて永久プレパレートを作製し、鏡検した。

実験結果と考察

まず、各品種の各栽培時期別に主要発育段階を抽出して一覧表としたものが第 1 表である。

この表によれば、次の事実が指摘される。

1) 早植による幼穂分化の促進は早生種ほど大きく晩生種ほど少ない。したがって、早植の場合ほど暦日上の幼穂分化始期には早・中・晩品種間に大差があるが晩植になるにしたがつて品種間差異は僅少となる。この点は従来からも認められていたことである¹³⁾。

2) 田植から幼穂分化期までの日数及び幼穂分化期から出穂期まで日数は共に早生種に少なく、晩生種に多い。すなわち、早生種ほど田植後早く幼穂が分化ししかもその発育程度が速かである。なお、いずれの品種も早植するほど常に両時期が長く、晩植するにしたがつて共に短くなる。そして、この両時期間にはこの実験ではかなり強い正の相関が認められ、田植から幼穂分化始までの日数の短いものは幼穂分化始から出穂まで日数も常に短い。したがって、従来幼穂分化始期から出穂まで日数がほぼ一定であるかのように云われていたのは、栽培時期や品種が正常に近い場合であつ

て、これらがかかなり著しく変ると、この出穂まで日数も大きく変ることが見られる。すなわち、ほぼ正常な気象の年であると見られた 2 箇年の結果からも、27~46 日の変異があり、最大最小間では約 20 日間も異なることが認められる。

ところで、幼穂分化始期(穂首分化期・第一苞分化期)から出穂まで日数が一定ではなく、意外に大きな変異の認められた点は従来の業績とは異なる点であるので、この理由について考察する必要がある。

まず、幼穂分化始期より出穂まで日数の大小は、主として主稈総葉数の多少によつて支配されると見られ両者の間には正の相関が認められ、主稈総葉数の多いものほど幼穂分化始期から出穂まで日数が長い傾向が強い。この事実は、前報で報告した葉齢指数と幼穂発育段階との間に一定の関係のあることから、理解できる。

次に、さらにこの幼穂の分化発育する期間を分解して見れば、第 1 表のように、品種により栽培時期によつてかなり明瞭に異なることが認められる。各発育段階を経過するに要する日数は概して早生種に少なく、晩生種に多いが、同一品種について見ても栽培時期によつて異なる。そこで、なぜ各発育段階を経過するに要する日数が品種により栽培時期によつて異なるかの理由を明らかにすれば、幼穂分化始期から出穂期までの日数に差異の生れる理由が理解されるはずである。

各発育段階を経過するに要する日数に、直接関与する要因として、最も普遍的に考えられるものは気温の高低である。そこで、品種毎に各発育段階を経過するに要する日数と気温の高低との関係を調査したものが第 1 図である。この図によれば、最後の XIX 期(花粉外殻形成開始期)より出穂期までの期間は、いずれの品種も気温と負の相関があつて、気温の高いほどこの段階を経過するに要する日数は少ない。しかし、他の発育段階については必ずしも全品種一定の関係が認められなく、感温性の高い早生種のみが各発育段階について高温ほど経過日数の少ないことが認められるが、感光性の高い晩生種では全く相関が認められなく、温度が高くて経過日数は短縮されない。そこで、次に日長時数との関係を調査した結果が第 2 図であり、早生種では日長との間には、ほとんど全く相関が認められないのに反し、中晩稲種においては、温度との間に相関の認められなかつた時期には明瞭に相関が認められ、日長時間が短縮されると経過日数も短くなること

* 昭和 34 年 9 月 22 日第 124 回講演会に於て発表

Table 1. Developmental differences of young panicles in different maturing varieties as affected by the different times of cultivation.

Varieties used	Years & Trans- planting dates	Developmental stages	1st Bract (II)	2ndary Branch (VI)	Redaction Division (XIV)	Extine Formation (XK)	Heading Time	(A)	(B)	(C)
Terunishiki (Extremely early)	1958	May 20	{Develop. process {Days required	Jun.4 ~ Jun.13 9 ~ 14	Jun.27 ~ Jun.29 2 ~ 8	Jun.29 ~ Jul.7 8 ~ 15	15	33	11.8	
		Jun. 26	{Develop. process {Days required	Jul.6 ~ Jul.11 5 ~ 11	Jul.22 ~ Jul.26 4 ~ 7	Jul.26 ~ Aug.2 7 ~ 14	10	27	12.2	
		Jul. 21	{Develop. process {Days required	Jul.31 ~ Aug.4 4 ~ 5	Aug.4 ~ Aug.9 5 ~ 12	Aug.9 ~ Aug.15 12 ~ 18	—	—	9.5	
Fujisaka No. 5 (Early)	1957	May 10	{Develop. process {Days required	Jun.15 ~ Jun.24 9 ~ 14	Jul.8 ~ Jul.12 4 ~ 9	Jul.12 ~ Jul.21 9 ~ 18	36	36	14.7	
		Jun. 7	{Develop. process {Days required	(Jul.3) ~ Jul.14 (11) ~ 12	Jul.26 ~ Jul.29 3 ~ 7	Aug.5 ~ Aug.12 7 ~ 14	(26)	(33)	13.8	
		Jun. 27	{Develop. process {Days required	Adnormal heading						
	1958	Jul. 20	{Develop. process {Days required	Aug.7 ~ Aug.11 4 ~ 12	Aug.23 ~ Aug.26 3 ~ 8	Aug.26 ~ Sep.3 8 ~ 15	18	27	13.9	
		May 20	{Develop. process {Days required	Jun.15 ~ Jun.24 9 ~ 10	Jul.4 ~ Jul.9 5 ~ 11	Jul.20 ~ Jul.27 11 ~ 18	26	35	14.2	
		Jun. 26	{Develop. process {Days required	Jul.16 ~ Jul.24 8 ~ 17	Aug.10 ~ Aug.12 2 ~ 7	Aug.19 ~ Aug.26 7 ~ 14	20	34	15.1	
Norin No. 25 (Medium)	1957	Jul. 21	{Develop. process {Days required	Aug.6 ~ Aug.13 7 ~ 10	Aug.23 ~ Aug.27 4 ~ 9	Sep.5 ~ Sep.12 9 ~ 16	16	30	13.1	
		May 10	{Develop. process {Days required	Jul.10 ~ Jul.20 10 ~ 20	Aug.9 ~ Aug.12 3 ~ 8	Aug.20 ~ Aug.27 8 ~ 15	62	41	18.1	
		Jun. 7	{Develop. process {Days required	Jul.22 ~ Aug.2 11 ~ 16	Aug.18 ~ Aug.20 2 ~ 7	Aug.27 ~ Aug.31 7 ~ 12	45	36	16.4	
	1958	Jun. 27	{Develop. process {Days required	Jul.29 ~ Aug.6 8 ~ 14	Aug.20 ~ Aug.23 3 ~ 8	Aug.31 ~ Sep.3 8 ~ 11	33	33	15.8	
		Jul. 20	{Develop. process {Days required	Aug.11 ~ Aug.18 7 ~ 11	Aug.29 ~ Sep.3 5 ~ 10	Sep.13 ~ Sep.18 10 ~ 15	22	33	15.0	
		May 20	{Develop. process {Days required	Jul.7 ~ Jul.20 13 ~ 17	Aug.6 ~ Aug.14 8 ~ 16	Aug.20 ~ Aug.27 6 ~ 13	48	44	17.3	
Norin No. 18 (Late)	1957	Jun. 26	{Develop. process {Days required	Jul.27 ~ Aug.3 7 ~ 16	Aug.19 ~ Aug.23 4 ~ 11	Sep.3 ~ Sep.12 11 ~ 20	31	38	16.3	
		Jul. 21	{Develop. process {Days required	Aug.12 ~ Aug.20 8 ~ 12	Sep.1 ~ Sep.6 5 ~ 10	Sep.13 ~ Sep.21 7 ~ 15	22	32	14.4	
		May 10	{Develop. process {Days required	Jul.17 ~ Jul.31 14 ~ 18	Aug.18 ~ Aug.20 2 ~ 12	Sep.1 ~ Sep.11 12 ~ 22	68	46	19.1	
	1958	Jun. 7	{Develop. process {Days required	Jul.28 ~ Aug.11 14 ~ 14	Aug.25 ~ Aug.29 4 ~ 13	Sep.11 ~ Sep.16 13 ~ 18	51	45	17.4	
		Jun. 27	{Develop. process {Days required	Aug.6 ~ Aug.16 10 ~ 14	Aug.30 ~ Sep.4 5 ~ 12	Sep.16 ~ Sep.21 12 ~ 17	41	41	17.0	
		Jul. 20	{Develop. process {Days required	Aug.20 ~ Aug.25 5 ~ 15	Sep.9 ~ Sep.13 4 ~ 15	Sep.28 ~ Oct.3 15 ~ 20	31	39	15.7	
1958	May 20	{Develop. process {Days required	Jul.18 ~ Aug.2 15 ~ 17	Aug.19 ~ Aug.24 5 ~ 9	Sep.2 ~ Sep.11 9 ~ 18	59	46	18.4		
	Jun. 26	{Develop. process {Days required	Aug.4 ~ Aug.13 9 ~ 16	Aug.29 ~ Sep.3 5 ~ 9	Sep.12 ~ Sep.21 9 ~ 18	39	39	17.4		
	Jul. 21	{Develop. process {Days required	Aug.18 ~ Aug.25 7 ~ 14	Sep.8 ~ Sep.11 3 ~ 10	Sep.21 ~ Sep.28 10 ~ 17	28	34	15.4		

Note: (A)No. of days required from transplanting to 1st bract differentiation stage.

(B)No. of days required from 1st bract differentiation stage to heading time.

(C) Total number of leaves emerged on the main culm.

IIDifferentiating sage of 1st bract primordium, VI Early differentiating stage of secondary branch primordia, XNEarly stage of reduction division of P.M.C., XKExtine formation stage.

が見られる。すなわち、幼穂発育段階の後期特に花粉外殻形成期より出穂期までは、いずれの品種も高温になるほど幼穂の発育経過が促進されるが、幼穂発育段階の初期には、感温性の高い早生種は高温により、感光性の高い中晩生種は主として短日によって、それぞれ幼穂の発育経過が促進されると見られよう。(第2図で早生種の初期の発育段階が日長とも相関が見られるのは、この品種では高温の時期が日長の短い時期に、または梅雨時の低温の時期が日長の長い時期と一致した結果であろう。) とにかく、この実験のみから、幼

穂発育段階の初期は感温性の高い品種は高温により、感光性の高い品種は短日によって、それぞれ発育が促進されるとは簡単に断じ難いが、高温及び短日が幼穂分化以降においても、幼穂発育経過を左右する重要な要因であることだけは疑をいれえれないと思われる。

従来の中にも幼穂分化以降の環境の相異で、出穂まで日数が多少変化することを報じているものもあるが^{4,10,3)}、多くは幼穂の分化は出穂前30日頃から始まると見るものが圧倒的に多い上に^{7,8,4,1,5,11,12,9)}、従来の慣行栽培上でも大きな不都合はないものと考え

Fig. 1. Relation between the number of days required to pass each developmental stage and the average temperature during each stage.

Fig. 2. Relation between the number of days required to pass each developmental stage and the average day length during each stage.

Fig. 3. Relation among the foliar age index, the corrected foliar age index and developmental stages.

られて来た。ところで、近年の稲作技術の進歩は稲作季節の大幅な移動を可能にして、極早植より極晩植が日長時間ならびに温度をかなり異にする寒地より暖地にわたって行われるに至った。そこで、生態型を異にする多くの品種について、各地で種々な栽培季について出穂生理が研究される必要があり、既に1・2の報告が幼穂形成期間の変動をも調査しているが^{18,2)}、著者らが指摘したごとく幼穂形成期間の日長と温度の両者が、それぞれ品種の生態型に反応して幼穂形成期間の長短に影響することを示唆したものはない。特に暖地の早植栽培の晩生種が幼穂形成期間に長日の影響を受け、幼穂形成期間を延長するという事実は、実際栽培上にも注目されてよい問題であろうと考えられる。

3) 次に、前述のように各发育段階から出穂まで日数は品種により、栽培時期によつて著しく異なるので、出穂前日数によつて各发育段階を推定することは困難である。そこで幼穂の发育段階を簡便に判定する方法の一つとして、葉齡指数（その時の葉齡を主稈總葉数で除した値）を用いれば、ほぼ的確に发育段階が推定できることを報告したが、更にこの方法が1957年と'58年のきわめて広い範囲の品種及び栽培時期を対象とした場合でも適用できるか否かを検討した。この結果、早生種は葉齡指数と发育段階との関係を表わす基準線（これは主稈葉数16の場合のもの）を下廻り、中生種では良く一致したが、晩生種では上廻ることが見られた。そこで、一般に多く栽培されている15~17葉主稈葉数品種の場合は葉齡指数がそのまま良く役立つが、その他の品種の場合は補正葉齡指数を用いれば、第3図のようによく一致することが見られた。補正葉齡指数の算出方法は主稈葉数16を基準として、供用品種の主稈總葉数との差の1/10と、その品種のその時の葉齡指数を100から引いた数字との相乗積を補正值として、その時の葉齡指数に加えたものである（松島1959参照）。但し、極端に主稈葉数の少ないテルニシキはやや補正が過度となり若干上廻ることが見られた。しかしこの品種のように9~11葉の主稈總葉数の品種は全国的に見て約2%程度であると見られるので、このように主稈總葉数の少ない品種は度外視してもよいと思われる。〔但し、この場合でも主稈葉数に3を加えて得られる葉齡指数と補正葉齡指数との平均値を求めれば、この値はほぼ正確に基準線に一致する。主稈葉数に3を加える意味は、Coleoptile・ScutellumとEpiblastを葉とみなすものである。〕以上によつて、補正葉齡指数を併用すれば、ほぼいかなる場合でも解剖することなしに、幼穂の发育段階を

推定し得るものと考えられる。

引用文献

- 1) 秋元・戸蒔 (1939) 日作紀 11; 1. 2) 朝隈 (1958) 日作紀 27; 1. 3) 江口 (1937) 園芸学会雑誌 8; 1. 4) 福家 (1931) 農試彙報 1; 4. 5) 福家・近藤 (1939) 農及園 14, 9~10. 6) 松島 (1959) 稲作の理論と技術. 養賢堂. 7) NOGUCHI (1929)

- Jour. Coll. Agr. Tokyo Imp. Univ. 10; 4. 8) 野口 (1930) 日作紀 2; 2. 9) 大谷・土井・泉 (1948) 日作紀 16; 3~4. 10) 田畑・手塚・鈴木 (1936) 日学協報 11; 1. 11) 寺尾・大谷・白木・山崎 (1940) 日作紀 12; 3. 12) 寺尾・大谷・土井・泉 (1942) 日作紀 13; 3~4. 13) 山川・西山 (1956) 佐賀大農彙報 4.

Analysis of Developmental Factors Determining Yield and Its Application to Yield Prediction and Culture Improvement of Lowland Rice

LIII. Developmental differences of young panicles in different maturing rice-varieties as affected by the time of cultivation and a method for identifying the developmental stages.

Seizo MATSUSHIMA and Takio MANAKA
(National Institute of Agricultural Sciences)

Summary

Further experiments were conducted with a view of clarifying the developmental differences of young panicles in different maturing varieties as affected by the time of cultivation and of establishing a method for identifying the developmental stages which can hold true in any circumstances.

1) Effects of early cultivation on hastening the time of first bract differentiation (which is the initiation of ear-primordium formation) are more remarkable in early varieties than in late varieties. Therefore, the larger varietal differences are found in the date of initiation of ear-primordia when rice-plants are transplanted the earlier.

2) The number of days required from the time of transplanting to the stage of the first bract differentiation as well as that required from the first bract differentiation to the heading are small in early varieties and large in late varieties, and in any variety, moreover, both the number of days are the larger in the earlier cultivation. From this fact it is confirmed that the number of days required from the initiation of ear-primordium formation to the heading, which has been hitherto considered to be nearly constant in general, varies considerably with the variety and cultivation time. And it has been also made clear that the differences in number of days required from the initiation of ear-primordia to the heading due to different varieties and different cultivation times can be ascribed to the differences in the total number of leaves emerging on the main culm and the varietal differences in the photoperiodic and thermic sensitivities of the plant.

3) As the results of examining the method for identifying each developmental stage which should hold true in any circumstances, it has been proved that a corrected "foliar age index" can satisfactorily be used. (c. f. Bull. Natio. Inst. Agr. Sci. Series A 5) The corrected "foliar age index" (Y) is calculated by the following formula, taking 16 in the total number of leaves on the main culm as a standard.

$$Y = y + (100 - y) \times \frac{16 - x}{10}$$

Where y is indicating the "foliar age index" at a given stage, x is the total number of leaves on the main culm of a given variety used, which is fairly constant as a varietal character under a given cultural condition.

By the way, "the foliar age index" is represented by the percentage ratio of the number of leaves which have actually emerged on the main culm by a given time to the total number of leaves to be expected by the time of heading on the main culm.