水 稻 の 登 熟 に 関 す る 研 究

第 3 報 登熟の様相に及ぼす地域性について*

田 島 克 己**・舟山謙三郎**・太田保夫***・中村 拓***

(農林省埼玉統計調査事務所**・農林省農業技術研究所***)

第 1 報⁶⁾ および第 2 報⁵⁾ においては登熟に及ぼす窒素の役割ならびに登熟に及ぼす遮光の影響について報告した。本報においては登熟の様相に及ぼす地域性について、長野、鴻巣、立川の三地点を選び、同一品種を慣行栽培し、乾物生産、収量構成要素および体内成分の推移からその解析を行なった。本実験は 1958 年に行なつたものである。

なお本実験は長野統計調査事務所ならびに東京統計調査事務所の各気象感応試験室の協力によつて行なつた。また農林技官山田登博士からは種々ご指導をいただいた。ここに深く感謝の意を表わす。

実験材料および方法

長野農試(長野市)、関東東山農試(鴻巣市)および東京農試(立川市)の圃場に、水稻農林 14 号を供試し実験を行なった。施肥段階は 4 段階とし、無窒素区(1N区)、標肥区(1N区)、1.5 倍量区(1.5 N区)および 2 倍量区(2 N区)を設け、各試験地とも同一施肥設計で行なつた。すなわち 3.3 m² 当り窒素を 0, 20 g, 30 g, 40 g とし、磷酸および加里は各区とも 18.8 g, 堆肥は各区とも 2500 g を施用し、追肥は行なわなかつた。肥料処理以外の耕種はそれぞれの地域の慣行法によつた。すなわち播種期は長野 5 月 7 日、鴻巣 5 月 15 日、立川 5 月 10 日、挿秧期はそれぞれ 7 月 1 日、6 月 28 日、6 月 25 日、栽植株数(3.3 m² 当り)は長野 72 株、鴻巣と立川は 60 株、1 株苗数は 3 本植とした。

最高分けつ期、穂揃期、出穂後 20 日、25 日、30 日、40 日および成熟期に各区より 20 株を採取し、た

ちに所定の通風乾燥を行ない、各部分の乾物重を測定し、窒素および炭水化物成分の分析を行なつた。また穂については粗玄米千粒重の増加状況を調査し、成熟期には 1 次、2 次枝梗別の稔実歩合、粗玄米千粒重、および収量構成要素について調査した。

実 験 結 果

1) 各試験地における生育日数ならびに気象条件

第 1 表のごとく各試験地とも挿秧より出穂期までの日数には差異がみられなかつたが、登熟日数は長野、鴻巣、立川の順位に 55 日、45 日、38 日で登熟期間中の気温が高いほど登熟期間は短縮されている。出穂前の気温は各試験地とも大差ないが、長野が最高、最低気温ともやや低い。登熟期間における気温は出穂前と異なり差が大きく、長野は鴻巣、立川に比し最高、最低気温とも著しく低い。鴻巣と立川とは最高気温に差がなく、最低気温は立川がやや高い。出穂前の日照時間は気温と異なり、日平均で長野が 6.36 時間、鴻巣が 4.11 時間、立川が 4.53 時間で、長野が鴻巣、立川に比し著しく多い。また挿秧から出穂まで日数には差異がみられないので積算日照時間でも同様な傾向がみられる。登熟期の日平均日照時間は各試験地とも差がないが、積算日照時間は登熟期間の差異によつて大きく影響され、登熟期間の長い長野が大きく、鴻巣、立川の順に少なくなつていく。

2) 出穂後の乾物重増加状況 第 1 図のごとく、出穂期における乾物重は各区とも長野が大で、鴻巣と立川では大差なくやや鴻巣が大きい。また全乾物重に対する葉身の占める割合は鴻巣が大で、長野、立川の順

第 1 表 生育期間中の気象状況

Table 1. Meteorological conditions during the period of growth.

	挿秧より出穂期までの From transplanting to heading			登 熟 期 間 の From heading to maturity		
	Nagano	Konosu	Tachikawa	Nagano	Konosu	Tachikawa
日数 No. of days	56	58	59	55	45	38
積算気温 Integrated air temperature	1343	1476	1446	1024	970	836
日平均気温 Mean air temperature	24.4	25.5	24.9	18.6	21.6	22.0
積算日照時間 Integrated hours of sunshine	349	239	264	214	180	148
日平均日照時間 Average hours of sunshine per day	6.36	4.11	4.53	3.89	4.00	3.90

* 昭和 36 年 7 月 5 日受理

第1図 地上部乾物重の増加状況 (33 m² 当り kg)
Fig. 1 Increase of dry weight of top (kg. per 3.3m²)
● 葉身 Leaf blade (L.B.), ○ 葉鞘+稈 Leaf sheath+culm (L.S.), × 穂 Ear (E).

となつてゐる。乾物重の大きい長野において葉身の絶対量は大きであるが、葉身の比率が小さいことは後述のごとく葉鞘・茎部に著しく炭水化物を蓄積していることによるものと考えられる。登熟期における乾物重の増加状況は長野が最大で鴻巣、立川の順となつてゐる。出穂期における葉身比率の小さい立川は登熟期における乾物の増加量も小さい。

3) 部位別全窒素含有率の消長 出穂期における部位別の窒素含有率は各試験地とも差がない。登熟期における葉身の窒素濃度の低下は各区とも鴻巣が最大であり、立川は登熟後期における窒素濃度の低下が小さい。(図省略)

4) 稈および葉鞘部における炭水化物含有率の消長

第2図のごとく出穂期における炭水化物特に澱粉の蓄積量は長野が多く、立川、鴻巣の順位で、長野は鴻巣の約2倍に達している。これは出穂前30日間の日平均日照時間と関係が深く、その日照時間は長野6.16時間、立川4.86時間、鴻巣4.50時間となつてゐる。長野の蓄積量の多いことは日照の多いことのほかに、最低気温の低いことも影響しているものと考えられる。登熟期の稈・葉鞘部における蓄積炭水化物の消長は各試験地とも出穂後25日にはほとんど消失し、その後ふたたび蓄積がみられる。立川の無窒素区以外の区は炭水化物の再蓄積が少ないがこれは登熟後期に遅発芽が発生し、そのため消耗されたものと考えられるのでこれを除けば、稈、葉鞘部における炭水化物の再蓄積は鴻巣、立川が大きく長野が少ない。これは高温下に登熟した鴻巣、立川は籾の澱粉受入れ能力の低下によつて後期の同化産物が稈、葉鞘部に蓄積されたものと考えられる。またこれに反し長野は登熟期間低

第2図 葉鞘+稈における全糖、澱粉の消長
(mg/g. dry weight)
Fig. 2 Changes in content of total sugars and starch in leaf sheath+culm portion

温で籾の澱粉受入れ能力の持続期間が長く、同化産物がほとんど穂に移行したために再蓄積が少なかったものと考えられる。鴻巣、長野の1.5倍量区、2倍量区が標肥区に比し再蓄積の多いことは、後期の倒伏による影響と考えられる。

5) 穂数ならびに穎花数について 第3図のごとく穂数は乾物重の大きい長野が多く鴻巣、立川の順となつてゐるが、鴻巣と立川との差は小さい。各試験地とも1.5倍量区までは窒素施用量の増加によつて穂数が増加するが2倍量区は1.5倍量区と差がない。一穂当り穎花数は穂数と逆の関係があり鴻巣が特に多く、立川、長野の順位となつてゐる。一穂穎花数の多少は2次枝梗着生粒数の多少によつて大きく影響されるが、鴻巣の2次枝梗数は特に多い。単位面積当り穎花数は長野、鴻巣、立川の順に多く、窒素の施用量によつて増加するが、長野、鴻巣においては1.5倍量区で最高

第3図 穂数ならびに穎花数
Fig. 3 Number of panicles and spikelets
● Nagano, ○ Konosu, × Tachikawa

第4図 穂重、E/T 比率および粗玄米千粒重の増加状況

Fig. 4 Increase of Ear dry Weight, E/T ratio and weight of 1000 grains (brown rice)
• Nagano, ○ Konosu, × Tachikawa

に達し2倍量区ではほとんど増加していない。

6) 登熟の様相について 第4図のごとく単位面積当り穂重の増加状況は全乾物重と同傾向で各区とも長野、鴻巣、立川の順である。穂重の増加状況のみでは登熟の速度は明瞭でないが、これを穂重/地上部全乾物重比率の増加傾向からみると、登熟期が高温である立川と鴻巣の増加が早く、低温である長野の増加状況はゆるやかである。このことは粗玄米千粒重の増加傾向にもあらわれている。すなわち乾物重および穎花数の多い長野において登熟期における穂重が常にまさっているのは当然と考えられるが、登熟期間中における穂重/地上部全乾物重比率、および粗玄米千粒重の増加は登熟初期において立川、鴻巣が大きい。これは登熟期の気温が高く、したがって登熟速度が早いためと考えられる。また成熟期において単位面積当り穎花数の多い長野の粗玄米千粒重が立川、鴻巣よりまさっているのは、低温のため籾の受入れ能力の持続期間が長かつた結果と考えられる。また気温の高低による登熟日数の長短以外に、登熟期の低温は呼吸による消耗を少なくして好結果をもたらしたものと考えられる。成熟期の枝梗別稔実歩合をみると、1次枝梗の稔実歩合は試験地各区分に差が少ないが、2次枝梗は窒素施用量の増加によって低下している。長野の低下が著しいが一穂平均では2次枝梗の稔実歩合が少ないためその傾向は消えている。1次2次枝梗別粗玄米千粒重も稔実歩合の傾向と同様である。(図省略)

考察および総括

第5図に示されているごとく、挿秧より

出穂期までの積算日照時間と、出穂期における単位面積当り乾物重、炭水化物および窒素含量との関係は、積算日照時間が多い程大となつているが乾物および窒素含量に比して炭水化物はその影響が大きい。つぎに出穂期における単位面積当り窒素吸収総量と炭水化物蓄積総量との関係をみると、長野は鴻巣、立川に比し窒素吸収量もやや多いが、炭水化物蓄積総量が著しく多い。これは前述のごとく長野は窒素含有率に変わりがなく乾物絶対量が多いことと、窒素含有率が同じでもより高い炭水化物含有率を示すことによつている。またいずれの地域においても慣行区が窒素と炭水化物のバランスにおいて最適な状態を示し、それ以上の窒素施用区においては窒素の吸収量は大きくなるが、炭水化物含量は増加しないかまたはかえつて低下を示す。

登熟期間中における積算日照時間と炭水化物生産量との関係は、出穂前と全く同様な傾向を示し日照時間の増加にともない炭水化物の生産量も増加している。成熟期における窒素総量と登熟期間中の炭水化物量との関係は、同じ窒素量で較べてみると長野が高く、鴻巣、立川の順位を示す。それぞれの地域においてはいずれも窒素量が大きいものほど炭水化物の増加量が大きくなり、出穂期以前にみられたように窒素量の増大にともなう炭水化物蓄積量の減少はみられない。

炭水化物の1日当り生産量と生育期間中における気象条件との関係を第2表にみると、出穂期前は長野が著しく高く鴻巣と立川では大差がない。これは平均気温では差が少ないが、長野の平均日照時間が著しく長いことによつているものと考えられる。登熟期間中は平均日照時間に変化がないにもかかわらず、1日当り炭水化物生産量が長野が高く鴻巣、立川の順位を示している。これは登熟期間中における気温が立川、鴻巣、長野の順に低く、気温の低いことにより炭水化物の消耗が少ない結果として炭水化物の生産量が大きくなつて表われているものと考えられる。

第5図 炭水化物生産と日照時間、窒素吸収との関係
Relation between carbohydrate production and sunshine hours and nitrogen absorption

第2表 生育期間中における1日当り炭水化物増加量
Table.2 Increase of carbohydrate per day during the periods of growth.

	plot	Nagano	Konosu	Tachikawa
挿秧より出穂期までの1日当り炭水化物増加量 (g/3.3 m ² 当り)	— N 区	15.2	9.3	10.0
	1 N N	18.8	11.1	10.6
Increase of carbohydrate per day from transplanting to heading time	1.5 N 区	18.2	11.1	11.5
	2 N 区	15.2	11.4	10.8
登熟期間中の1日当り炭水化物増加量 (g/3.3 m ² 当り)	— N 区	19.1	14.3	10.6
	1 N 区	21.2	16.7	10.4
Increase of carbohydrate per day in ripening stage	1.5 N 区	21.7	17.2	12.3
	2 N 区	26.5	18.1	13.1

登熟日数についてみると、すでに、登熟日数は登熟期間中の気温によつて影響されることについては、山川⁸⁾、相見¹⁾、嵐²⁾、松島³⁾、長戸⁴⁾らの研究によつて明らかにされているごとく、登熟期間は気温が低いほど長く、高くなるにしたがつて短縮され長野 55 日、鴻巣 45 日、立川 38 日と著しい差異を示す。このように登熟日数の差異によつて、長野では低温による消耗が少いプラス（1日当り炭水化物生産量が大となる）と同時に、登熟期間が延長されるプラスとによつて著しく生産を大にしていると考えられる。したがつて寒地の稲が暖地の稲に較べて多収となつている原因の1つに登熟期における気温の日較差が問題にされているが、さらに低温による登熟期間の延長すなわち穂の炭

水化物受入れ能力を持続する期間の延長されることがその原因となつていると考えられる。

文 献

- 1) 相見・沢村・昆野：日作紀，**27**，(4) 405 (1959)
- 2) 嵐・立石：九州農業研究，**6**，95 (1950)
- 3) 松島・和田：日作紀，**27**，(1) 6 (1958)
- 4) 長戸・江幡：日作紀，**28**，(3) 275 (1960)
- 5) 太田・山田・加美・田島・舟山：日作紀，**27**，(2) 196 (1958)
- 6) 山田・太田・樺淵：日作紀，**26**，(2) 111 (1957)
- 7) 山本：東北大農研彙報，**4**，(3) (1935)
- 8) 山川・西山：佐賀大学農学彙報，**7**，(1958)

Studies on Ripening of Rice.

(3) Effect of different locations on the ripening.

Katsumi TAJIMA*, Kenzaburo FUNAYAMA*, Yasuo ŌTA**, and Hiroshi NAKAMURA**
(Saitama Agricultural Statistic and Survey Office*, and National Institute of Agricultural Sciences**)

Summary

Variety, Norin 14, was grown under four different levels of nitrogen application (no nitrogen; -N, usual dose: 1N, fifty percent more: 1.5N, and two times usual: 2N) at three locations, Nagano, Konosu and Tachikawa, with an aim of knowing the local differences in ripening process. Another cultural methods such as planting time and planting density were according to the customary practice of respective place. The results obtained are as follows:

1) During the period from transplanting, to heading, Nagano was characterized with the longest sunshine hours although air temperature was almost similar in three places. At the ripening stage, Nagano showed the lowest air temperature though there was no difference in sunshine hours in three places (table 1).

2) Period from transplanting to heading was similar in three places, but the period from heading to maturity differed markedly with places, ranging from 55 days at Nagano to 38 days at Tachikawa, thus indicating the lower the air temperature the longer the ripening period (table 1).

3) Velocity of carbohydrate translocation to the panicles depends on the temperature after heading; it was fast at Konosu and Tachikawa where temperature was high and very slow at Nagano having the lowest temperature (fig. 4). But the prolonged ripening period at Nagano caused a long-lasting accumulation of starch into panicles, resulting in the greatest accumulation by the end of ripening (fig. 5). In addition to this, lower temperature during the ripening stage is considered to be effective in reducing the respiratory consumption of carbohydrate.

4) Thus the beneficial effect of low temperature at the ripening stage in causing the longer ripening period, although it related to slow translocation, was clearly visualized in the local comparison of the ripening process.