

海岸稻と盆地稻の種生態学的研究

(第5報) 温度差効果について

澁谷紀起*

Toshioki SHIBUYA: Genecological Studies on Coastal Rice and Basin-rice

(5) On Thermoperiodicity

(1) 籾重の増加**

緒言 最近, Thermoperiodicity の1つの問題として, 作物の登実に及ぼす気温日較差の影響が採り上げられ, これが実験的に研究されるようになって来たが, 山形県の海岸寄りの庄内平野と, 山脈に囲まれている村山盆地とを比較すれば, 稲作期間においては, 明らかに海岸平野の気温日較差が小さく, 盆地のそれが大であるから, 両地の水稻の登実には, それぞれ異なる影響が及んでいることが窺知されるのである。

気温の日較差を2種類に分けて, 最低気温時から最高気温時までの日中の温度較差(これを日中較差と名付けた)と, 最高気温時から夜間を経過して最低気温時に至る温度較差(これを夜間較差と名付けた)とにすれば, 稲作期間において, 日中較差>夜間較差なら毎日の気温が上昇する時期であるし, 反対に日中較差<夜間較差なら, 秋冷進行の時期である。

筆者は, 山形県の盆地における秋冷が, 海岸平野地方よりも早目に到来し乍らも, その時期の気温の日較差は依然として, 海岸平野地方のそれよりも大であることを知つたので, 秋冷到来の時期と, 気温の日較差の両者が, 両地の水稻の登実に対して, 共効的に如何なる影響を及ぼしているかを知ろうとしたのが, 此の研究の目的である。

方法 実験は1951年に行われた。開花期を同じくした稻穂を, 開花後5日目から, 朝夕1日2回ずつ, 継続して抜き取り, 1定数の籾の重量から, 籾重の日中増加率と夜間増加率とを求め, 日毎の籾重の増加率に及ぼす上記2種類の温度較差と秋冷との影響を調査した。拔穂は山形県農試本場(村山盆地)及びその庄内分場(庄内平野)に依頼した。

結果 調査の結果を纏めると第1表の(A)及び(B)のとおりである。

第1表によれば, 日中較差 \geq 夜間較差に従つて, 日中増加率 \geq 夜間増加率となつており,

第1表 籾重増加率

	品 種 名	拔穂期間	籾 重		気 温	
			日中増加率(%)	夜間増加率(%)	日中較差(°C)	夜間較差(°C)
(A)	尾花沢1号	8/3~21/8	107.7	105.0	8.86	8.63
	彦太郎糯	8/8~21/8	106.1	105.8	8.86	8.63
	農林41号	11/8~24/8	106.8	106.4	9.31	8.96
	福坊主	11/8~24/8	107.6	106.6	9.31	8.96
	農林46号	20/8~2/9	104.3	115.3	8.80	9.23
(B)	尾花沢1号	8/8~25/8	103.5	114.1	12.01	12.07
	彦太郎糯	14/8~31/8	104.7	119.9	11.69	12.01
	農林41号	12/8~29/8	103.4	113.2	11.44	12.09
	福坊主	13/8~30/8	105.5	108.5	11.57	11.81
	農林46号	19/8~6/9	108.6	107.2	11.04	11.55

* 農学部作物学育種学研究室(Laboratory of Crop Science and Plant Breeding, Faculty of Agriculture)

** 昭和26年度総合科学研究費による

気温の日較差と籾重の増加率との間には正の相関が認められる。

以上の結果は、籾重増加が必ずしも夜間のみで営まれるものでない事を物語っているが、傾向としては夜間のほうが籾重を増加し易い事を示している。即ち、籾重増加には、夜間放冷が、昼間気温上昇より以上に、必要であるようである。

考察 庄内平野では、8月24日までは、日中較差>夜間較差で、日毎の気温が上昇して來た事を示すに反して、村山盆地では8月25日までに、既に僅か乍ら日中較差<夜間較差となつて秋冷が始まつていた。盆地における夜間較差(=夜間放冷)の大きい事は、気温の高い時期にこそ、籾重夜間増加率を大ならしめて稻作を有利に導くが、秋冷が進行して或程度の低気温の時期になれば、激しい夜間放冷は限度以下にまで気温を低下させて、却つて低温の害が現われて、籾重増加に役立たなくなる。此の低温の害の現われたものとして第1表(B)村山盆地の晩生品種農林46号を指摘出来る。反之、海岸平野では、8月末頃漸く到來した秋冷期の、夜間較差によつて強く影響されて籾重増加率を大ならしめ得たのが、晩生品種農林46号であつたことは、興味ある点である。

結論 籾重増加率に關しての以上の結果と考察とから、北裏日本地方盆地は、早生または中生の水稻品種に対して、同地方海岸平野よりも遙かに有利な気温環境を与えているが、晩生品種の水稻に対しては、海岸平野におけるよりも不利な気温環境であると言ねばならない。

海岸平野地には、山間地や盆地よりも比較的晩生の品種が栽植されることは、現在も見得る所であるが(例、農林46号)、此のような品種採択の基礎には、秋冷による害に対する恐怖があつたと思われる。

併し乍ら、1951年に行われた本研究のように、秋冷及びその籾重に及ぼす影響を解析的に研究してみると、たとえ秋冷(即ち日中較差<夜間較差の状態)が來ようと、これが、登実に対し却つて有利な影響を与え得ること、即ち盆地では早生、中生の品種に対して有利であり、海岸平野地では中晩生の品種に対して有利であることが判明したので、両地における品種採択の理由として、上記と全く逆説的立場を、とらざるを得ない。つまり、從來のように秋冷到來を恐れるのではなく、寧ろ積極的に秋冷を歓迎し、それを利用するための品種採択であらねばならない。

(2) 稻苗発根力の日較差と耐追肥性 ***

緒言 午前取苗よりも午後取苗のほうが、発根力が大であり、然も此の事は、海岸平野養成の稻苗よりも盆地養成の稻苗において一層明瞭であることを第1報²⁾に述べ、その理由として、午前取苗の体内物質量が少く、午後取苗の体内物質量が多いことを挙げ、此の量が、苗取前日の最高気温と、苗取当日の最低気温との較差に影響されるからであるとした。また、此の影響の及ぶ程度は品種によつて差があることを附記し、農林41号は比較的に影響され難く、従つて山形縣の海岸稻として適すると言つておいた。

本報では、上記稻苗発根力の日較差の品種間差異と、苗代における硫酸追肥に対する耐追肥性の品種間差異とが、如何なる關係にあるかの実験結果を述べることにする。

方法 実験を1952年5月に行つたが、苗取の時刻を、第1報に準じて、朝(今回は午前6時)及び夕(今回は午後18時)とした。苗取後、直ちに剪根し、根際を洗滌後、これを瓶内水道水中に挿し、次に暗黒恒温器内(28°C)に搬入、其処に、12時間毎換水しながら、

*** 昭和27年度総合科学研究費に拠る

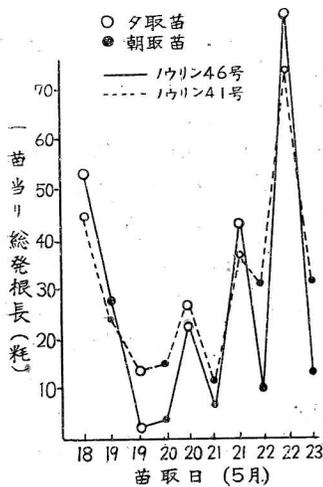
72時間置いた後、取出し、新根の発根長及び発根数を測定した。

苗代における硫安追肥は第2表に記したとおり坪当り4匁で、追肥は5月19日午前10時に行われた。5月20日午前11時頃から降雨があつたので、降雨期間に苗取りした苗については、表中の備考に「降雨」と記した。

第2表 朝取苗と夕取苗の発根力(1苗当り総根長 mm)

苗取 月日時	苗取時 苗齢		農林46号		農林41号		備考
	農林46	農林41	朝取苗	夕取苗	朝取苗	夕取苗	
5.18 18	3.8	3.7		52.920		45.152	
5.19 6	4.0	3.9	27.775		24.518		
硫安坪当り4匁追肥							
5.19 18	4.0	4.0		2,398		13,312	
5.20 6	4.1	4.0	3,400		15,695		
5.20 18	4.1	4.0		23,200		26,980	}降雨
5.21 6	4.1	4.0	6,300		11,035		
5.21 18	4.2	4.1		43,200		37,752	
5.22 6	4.3	4.1	10,222		31,320		
5.22 18	4.4	4.2		85,272		77,580	
5.23 6	4.4	4.3	13,200		32,512		

(註) 降雨以外は晴又は薄曇り



第1図

結果及び考察 第2表及び第1図の総根長から見た稲苗発根力の日較差(朝取苗と夕取苗との差)は、農林46号が大で、農林41号が小であるから、此の特性のみから判ずれば、農林46号は寧ろ盆地に作られるべきであり、農林41号は海岸平野地に作られるべきである。

苗代における硫安追肥直後の稲苗の発根力は急激に弱まる。そしてこの弱まる程度は、農林46号のほうが激しく、農林41号が軽少である。他方、追肥後、時期の経過に伴う発根力の回復は、農林46号が遅く、農林41号が早い。これらを換言すれば、発根力からみた耐追肥性は、農林46号が小で、農林41号が大であるとせざるを得ない。

結論 稲苗発根力の日較差は、苗取前日の最高気温と苗取当日の最低気温との差、即ち夜間放冷によつて影響されることを前に報じた。而して今回の実験から、農林46号は、この温度較差に対して比較的敏感な品種であり、

農林41号は、比較的鈍感な品種であることを知つた。しかも、温度較差に敏感な品種は、苗代における硫安追肥によつても鋭敏に影響され、温度較差に鈍感な品種は、追肥に対しても鈍感であつた。

苗の発根が、温度較差によつて影響を受け易い品種は、盆地の苗代に栽培されるべきで、また、これを午後に取り取つて、その日のうちに本田に挿秧し終えるのが、発根生理上、合理的であるが、此の苗取に先だつて、硫安を追肥する場合の「苗取に先だつ日数」に就いては、盆地では海岸地方よりも一層遡つて多くの日数をおかねばならない。

(3) 水稻葉層温に関する微気・水象的地域性 ***

緒言 幼穂形成期直後の幼穂の直上及び直下の部位の温度即ち葉層温及び幼節間温が、

体内温度の分布系列に伍して、低いか高いかということは、幼穂部位に対する体内物質の集散度並に生殖生長量などを推定せしめる有力な鍵となるものと考え、筆者等(澁谷紀起・羽根田栄四郎)は、1日24時間内の、体内温度分布の変化様式を追求し、山形県内盆地及び海岸平野地の数地点で、サーモカップルに依り測定し來たつたが、此の変化様式に一見地域性があり、然もこれは、微気・水象学的な原理に基くものらしいことを推察したので、茲に大要を記し、大方の叱正をまつこととした。

方法 幼穂が1cm内外に達すれば、幼穂及びそれより上方は、概ね水面上に抜け出ており、伸し始めた節間は、水中または地際に位するから、幼穂直上とみられる部位を、下位葉層部と名付け、出葉中の葉身を囲む葉鞘の先端部位を上位葉層部と名付け、下位葉層部と上位葉層部との中間位置を中位葉層部と名付け、是等葉層部の温度並にその外気温を Thermo-couple により測定した。また、同機械にて、幼穂直下の幼節間温や、その周囲の水温を測り、曲管寒暖計にて地温を測つた。各測定時毎、畦間風速を観測した。

結果及び考察 山形県村山盆地内の1地点、出羽村においては、1952年7月25~26日は晴で、朝風夕風が顯著であつた。供試水稻の品種は農林21号で、その幼穂長は0.8cmに達していた。

第3表 出羽村(村山盆地)

日 時	7月25日	7月25日	7月26日	7月26日	
	15時00分	19時00分	4時10分	8時00分	
温度 \ 風速	1.2m/s	0m/s	0m/s	0.3m/s	
葉層	上位	27.98	27.80	23.60	22.55
	中位	27.78	27.65	23.53	21.98
	下位	27.70	27.95	24.20	21.75
幼節間	28.52	29.20	25.50	21.58	
気温	上位	28.26	28.00	24.00	23.03
	中位	27.90	27.83	23.80	22.45
	下位	27.70	27.75	23.88	22.20
水温	28.64	29.13	24.43	20.90	
地温	0cm	30.50	28.90	24.00	24.20
	5	28.00	27.70	24.70	24.40
	10	26.00	26.50	25.40	25.40

第3表によれば、明らかに葉層温は気温に左右され、幼節間温は水温に左右されている。葉層温における上位と下位乃至中位と下位の関係は、日中と日没後又は早朝とは全く逆になつている。即ち15時や8時では下位が最も低温であつたのに反し、19時や4時では下位が最も高温であつた。

第4表の本楯村は山形県海岸平野内に在る1地点で、此処の測定日は晴、そして此の時の供試品種は農林52号、其の幼穂長は1.2cmぐらゐであつた。

第4表 山形県飽海郡本楯村(庄内平野)

日 時	7月18日	7月18日	7月18日	7月18日	7月19日	
	10時30分	11時30分	17時45分	20時10分	5時00分	
温度 \ 風速	0.5m/s	1.0m/s	0m/s	0m/s	0m/s	
葉層	上位	27.90	28.00	24.63	21.92	19.24
	中位	26.90	27.63	24.28	21.70	18.68
	下位	25.35	26.68	24.18	21.62	18.66
幼節間	—	—	—	—	—	
気温	上位	28.05	28.50	25.05	22.48	19.74
	中位	27.75	28.15	24.30	22.00	19.18
	下位	27.45	27.60	24.32	21.80	18.94
水温	25.25	27.18	26.25	23.88	19.42	
地温	0cm	26.30	28.00	29.50	27.00	22.50
	5	23.60	24.00	29.10	27.00	22.80
	10	23.10	23.20	26.20	26.20	24.40

第4表によれば、早朝、日中及び日没後を通じて、下位葉層温が、葉層温中最も低く推移している。

第3表と第4表とを比較することによつて地域の特異性を見出すとすれば、盆地水田

と海岸平野地水田とでは、水稻体温分布の1日内における変化様式を異にしている事を、先ず指摘出来るのである。

盆地で山風川風の影響の無い地点では、夕方に至つて、風が風ぎ無風状態となり、併せて、気温の急激な低下に伴つて畦間湿度が大となるゆえ、葉淵に水滴が生ずる時刻ともなれば、下位葉層部位からの蒸散が、最初に止まり、従つて、水面に近い下位葉層部が、高水温の影響を受けて、高温となると考えられる。海岸平野地の水田では、気温の日較差も小さく、畦間湿度も大とならず、従つて盆地における程明らかな、1日内体温分布の変化を示し得ないものと考えられる。

下位葉層部位の温度が、水温の影響を受けて変化するのが、その部位の葉面から、蒸発熱及び蒸散熱を奪わないことによつて煮き起されるとすれば、田面に水が湛えられていない処では、海岸盆地いずれの地帯においても、上記変化現象が、明らかに認められないはずである。例えば、第5表の本郷村では、乾田に深水を湛え、濕田に極く浅い湛水があ

第5表 東田川郡本郷村 (庄内,山間地)

田種類	乾田 (湛水5cm)			濕田 (湛水0.5cm)			
	4時	14時	19時	4時	14時	19時	
測定時	4時	14時	19時	4時	14時	19時	
温度 \ 風速	1.1 m/s	—	0 m/s	0.4 m/s	—	0 m/s	
葉層	上位	17.60	28.03	21.87	22.33	32.65	21.70
	中位	17.57	27.13	21.90	22.00	31.95	21.60
	下位	17.93	26.53	22.27	22.00	31.35	22.30
幼節間	20.13	28.50	25.17	23.07	31.60	23.93	
気温	上位	17.77	29.03	21.97	22.63	32.90	22.10
	中位	17.70	27.77	21.87	22.50	32.50	21.83
	下位	17.70	27.10	21.83	22.30	31.75	21.85
水温	20.17	28.50	25.33	23.07	32.00	23.88	
地温	0cm	24.80	33.20	29.00	22.00	32.40	27.30
	5	25.70	31.00	29.30	22.50	28.20	27.20
	10	26.60	28.20	28.80	24.00	25.10	26.30

つたのであるが、此の乾田及び濕田の午前4時における葉層温の配置状態が、明らかに異つている。

第5表の本郷村は庄内海岸平野の奥地に位する山間地域で、乾田のほうが、濕田よりも川風の影響が大であつたにも係わらず、乾田においては4時及び19時に下位葉層温が高くなるという体温分布の変化を見せているに反し、濕田では、気温が急激に低下して畦間湿度

度が最大となつたと思われる19時のみに、此の種の変化を見せ、早朝の4時には変化していない。これは、乾田には充分に湛水されてあつたに反し、濕田には、栽培者が排水の不良なることを顧慮して、殆んど湛水してはなかつたのが、1つの原因である。即ち、湛水無く、下位葉層部からの蒸発及び蒸散が、充分に可能なる場合には、その葉層温が、蒸発熱を奪われて、低下するに至るのである。

結論 下位葉層部からの蒸発や蒸散があるのが、稲作上有利か否か、換言すれば、幼穂形成期直後の幼穂の發育及び節間の伸長に対し、その周辺を、日没から日出迄の間、蒸散可能の状態におくのが良いか、悪いか、また盆地と海岸平野地との何れが、有利な状態を提供してくれるのであるか等の実際的な問題に觸れて結論とする。

山形県内では、概して、村山盆地や置賜盆地の稻のほうが、海岸平野地のそれよりも、稈長、穂長などにおいて勝つているから、盆地水田の微気・水象的環境のほうが、幼穂の發育や節間の伸長に対しては好都合であるようである。それ故、葉淵に水滴の現われる時間に、下位葉層温が他部位葉層温に比して高くなるのが、幼穂の發育や節間の伸長に対し好影響を与えると解してよいようである。併し、此のことが、たゞちに、収量を増加さ

せるかどうかは疑問である。おそらく、增收要素となり得る場合と、逆に徒長を結果して減収させる場合や、病虫害、倒伏その他を却つて多発させて減収の要因となつてしまう場合とがあるであろう。

次に、第3表から第5表までを通覧し、興味ある点は、水面上の葉層温が、日中において、水温や地温のような葉に水を送る基地の温度によつては、殆んど影響されていないことである。蓋し、導管のような細管を上昇する水の比熱が、かなり小さくなるゆえと思われる。

参 考 文 献

- 1) K. Ramiah : Cultural Investigations in Relation to Rice Breeding. Report of the Second Meeting of the Working Party on Rice Breeding, Bogor, Indonesia-April 1951, F. A. O. Rome, Italy, pp33-35
- 2) 澁谷紀起 : 海岸稻と盆地稻の種生態学的研究 (第1-3報). 山形農林学会報 第1号, 1951
- 3) 同 上 : 同 上 (第4報). 水稻の幼穂温と冷害不稔に就いて 山形大学紀要 (農学), 1 (2), 1952

Summary

A. Thermoperiodicity in relation to the progressive development of rice seeds

- 1) Diurnal range of the air temperature involves two parts, i. e. the day amplitude and the night amplitude
- 2) The night amplitude gave better contribution on the progressive development of rice seeds than the day amplitude
- 3) In the beginning of the autumnal cold, the good effect of the night amplitude was most remarkable
- 4) The beginning of the autumnal cold came so early in the basin and so lately in the coastal field in 1951, that the good effect of the night amplitude of the air temperature was discovered in the early varieties of rice in the basin and in the late varieties in the coastal field

B. The diurnal range of rooting activity in rice plantlets and these resistance to late manuring in paddy nursery

- 1) In 1952, the rooting activity of rice plantlets picked in the morning was enfeebled more in Norin-No. 46 (variety name) than in Norin-No. 41 (variety name), but that of the plantlets picked in the afternoon was enlarged more in Norin-No. 46 than in Norin-No. 41
- 2) The above gives a brief indication that No. 46 is more sensitive than No. 41 to night radiation in the paddy nursery
- 3) The rooting activity was prostrated directly by the late manuring of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ in the nursery, and it was more severe in Norin-No. 46 than in Norin-No. 41
- 4) Norin-No. 41, comparing with Norin-No. 46, seemingly adapts to the coastal condition of paddy nursery in north-western region of Japan, and is insensitive to the late manuring in nursery

C. Micrometeoro-hydro locality observed on the temperature of rice leaf-stratum

1) In the daytime generally, the temperature of leaf-stratum of rice plant nearly upward of water surface in paddy is influenced by the air temperature, while that of young internode nearly below of water surface is influenced by the water temperature itself, but in evening or night or dawn when the intertiller humidity becomes so high that the respiration or the evaporation is inhibited, then the temperature of the under part of a leaf-stratum which locates directly upon the primary young ear, though upon the water surface, shows remarkable agreement with the water temperature

2) This remarkable effect of the water temperature upon the temperature of aerial leaf-stratum is able to appear in the basin or in the fully irrigated field, but not in the windy coastal paddy field

3) This appearance can be pointed out to be having a close connection with the night amplitude in the diurnal range of air temperature, supply of water in field, and the loss-wind at there.