出穂遅延による水稻の開花障害*

水稻冷害の実際的研究—第11—13報

田 中 稔・和田 純 二

(青森県農事試験場)

自然条件下における気温と開花並に稔実障害との関係を明らかにするために、晩播晩植を行い、出穂日を異にする色々の穂を求め、これ等の穂について、まず出穂日と各穂の毎日の開花数との関係を調査した。(実験Ⅰ)

一方、毎日開花盛期の穂を選び、当日開花した穎花だけ残し、他の穎花を剪除し、開花当日の気温と稔実との関係を調べた。(実験Ⅱ)

更に出穂日を異にする各穂に標識をつけておき、成熟後これを採取して、出穂日と1穂の稔実歩合との関係を調査した。(実験Ⅲ)

たまたま昭和28年8月下旬は著しく気温が下り、開花障害を起した。今まで筆者の行つた低温下における開花に関する調査は、晩播晩植により出穂を遅延せしめた穂について行つたものであるが、昭和28年の例は、出穂期があまり遅れないの

に、開花期に低温に遭つて、開花障害を起した実例として興味深いものがある。

調査は、青森県上北郡藤坂村にある青森県農事試験場藤坂試験地において行われ、播種期と挿秧期の外は、普通栽培を行つたものについて実施された。播種期と挿秧期は年によつて多少異つてはいるが、昭和28年は次の如くであつた。

	播種期	挿秧期
	月 日	月 日
標準区	4. 20	6. 4
晩植区Ⅰ	5. 20	6. 24
晩植区Ⅱ	6. 7	7. 7
晩植区Ⅲ	6. 20	7. 14

Ⅰ. 開花日数と稔実との関係

(イ) 開花期間と毎日の開花数歩合との関係。毎日出穂日を附した標識をつけ、それ等の穂について、穂別に毎日その開花数を調査した。開花期間と毎日の開花数との関係を見るに、気温が高く開花

第1図 1穂当り開花日数を異にする開花曲線の事例

第2図 開花期間中の気温の高低と一穂の開花日数との関係

* 昭和29年4月5日 作物学会第103回講演会に於て発表
日本作物学会紀事 第23巻 第4号(昭和30年7月)

第3図 一穂の開花日数と不稔歩合との関係

日数が短い場合の開花曲線は殆んど正規分布曲線(第1図(イ))に近く出穂後2～3日目にモードを示したが、低温で開花日数が長くなると、一定の曲線を示さなくなる。低温によつて一度開花が抑制されると、その後は僅かの気温の上昇によつても、気温の低い割合に旺盛な開花を示すようになり(筆者はこれを満開現象と命名)、気温と開花数との関係は著しく乱れてきて、第1図(ハ)又は(ニ)のような開花曲線を示すようになる。

(ロ) 一穂の開花日数と開花期間中の最高並に最低気温との関係。

この関係は第2図の如くであつて、高い相関が認められ、最高気温30℃、最低気温20℃以上の場合は(最高の限界は限定できなかった)、何れの場合も開花日数が6日以内で最も順調であつた。最高気温28℃、最低気温18℃以上の場合は開花日数は概ね7日以内、最高気温27℃、最低気温17℃以上の場合は開花日数は概ね9日以内となり、この辺まではどうやら開花適温ということができよう。

(ハ) 一穂の開花日数と不稔歩合との関係。この間には $r=0.856$

の相関があり、第3図の如くで、一穂の開花日数7日までの場合は、その不稔歩合は概ね13%以内で、順調な開花を示しているものと考えてよい。

II 開花当日の気温と不稔歩合との関係

前項においては、一穂の開花日数と稔実との関係を論じたが、本項においては、直接開花当日の気温と稔実との関係について調査したところを述べる。すなわち、毎日、最もよく開花した穂を選び、当日開花した穎花だけ残し、他の開花の終つたものや、未開花のものを挟みどり、それに開花日の標識をつけ、成熟期にその稔実状況を調査した。その結果第1表のような結果を得た。

第1表 開花日の気温と不稔歩合との関係(1951—1953年平均, 陸羽132号供試)

適否	開花日の最高気温	平均不稔歩合	該当日数	不稔歩合理論値	開花日の最低気温	平均不稔歩合	該当日数	不稔歩合理論値
	℃	%	日	%	℃	%	日	%
適	34	9.3	1	7.21	24	8.5	1	12.37
	33	8.4	6	4.08	23	2.8	3	10.15
最適	32	4.8	9	3.10	22	6.1	6	8.75
	31	9.4	8	3.09	21	7.8	14	8.15
	30	1.1	2	4.13	20	6.8	14	8.36
適	29	5.5	8	6.19	19	15.9	12	9.37
	28	8.7	10	9.30	18	21.5	6	11.22
稍適	27	15.4	6	13.44	17	21.9	8	13.87
	26	13.4	11	18.62	16	24.7	10	17.32
	25	13.1	16	24.84	15	26.9	8	21.59
稍不適	24	28.9	12	32.08	14	8.4	7	26.66
	23	43.7	10	40.37	13	31.3	8	32.54
	22	34.3	12	49.69	12	22.8	4	39.24
					11	44.5	8	46.74
不適	21	70.4	13	60.05	10	51.3	6	55.05
	20	100.0	2	71.44	9	55.0	10	64.18
	19	87.0	6	83.86	8	78.3	3	74.11
全く不適	18	92.3	1	97.33	7	94.4	6	84.86
	17	—	—	100.00	6	100.0	1	96.41
	16	100.0	1	—	—	—	—	—

第4図 開花日の気温と不稔歩合との関係

までの毎日の気温と開花数歩合並にその日に開花したものの稔歩合を示すものであるが、この年は出穂期は余り遅れなかつたが、出穂開花期に気温が急に低下したために思わぬ開花障害をおこした。この表を見てすぐわかることは、なるほど低温になると開花数歩合は低下するが、低温の割に著しくよく開花する日のあることである。稲は急に開花に適しない気温に遭うと、その気温に応じて開花数が減つたり、又は全く無くなつたりするが、その後で少し気温が回復すると、温度の低い割に非常によく開花するものである。筆者はこれ等を満開現象と呼び、これと反対に気温の割に開花の特に悪い状態を粗開現象と呼んでいる。第3表を見ると、満開現象を示した日が5回認められる。この場合の開花数歩合は、一穂の1日平均開花数を、比率を以て示したものであるが、開花盛期に相当する穂が満開現象を示すと、たつた1日で1穂の中の50%以上開花するという盛観を示すことが珍らしくない。従つて1穂の不稔歩合は開花期間の平均気温よりもよく開花

した日、即ち満開現象を示した日の気温に左右されることが多い。従つて開花気温の高低から不稔歩合を算出する場合は、適温開花の場合は良いが、気候条件の不順な場合は、満開現象を示した日の気温に重点を置いて推定しなければならない。

開花気温と不稔歩合との関係を考慮する場合、第2に考えなければならぬことは、開花当日の気温だけでなく、今まで経過してきた過去の気温の高低に、不稔歩合が左右され易いということである。換言すれば、稲は低温の累積的影響によつて次第にその抵抗力が弱つてくるから、開花当日の気温はそれ程低くなくとも、長い間低温に遭つてきた稲は不稔障害を起し易い。

第4表は満開現象を示した日の気温と開花数歩合並に不稔歩合を第3表から抜粋したものであるが、これでは、その日の気温の高低には関係なく、出穂の遅れるに従い不稔が多くなっている。これは永らく続いた低温のために、稲が次第に低温に対する抵抗性を失つてきた証と考へられる。このことは気温の高低から不稔歩合を

開花当日の最高気温並に最低気温と理論的不稔歩合との関係を図示すれば第4図の如くである。第1表並に第4図を見れば、水稻の稔歩合が開花当日の気温に左右され易いことが明瞭にわかる。しかして開花当日の気温と不稔歩合並に筆者等の調査した開花数歩合との関係を基礎として、自然条件下における開花気温の高低と不稔歩合との関係を要約すれば第2表のように判断して大過ないようである。しかしこの表は、飽くまでも出穂遅延によつて、自ら開花期に低温に遭遇した場合の業績であつて、急に温度が低下して開花障害を起したような場合は、この表をそのまま適用することはできない。

III 開花授精力と稔歩合との関係

第3表は昭和28年9月1日から20日

第2表 開花日の気温と作柄との関係

温度の適否	最高気温 °C	最低気温 °C	不稔歩合 %	開花数歩合 %
最適温	29.5—32.5	19.5—22.5	3—7	15以上
適温	27.5—29.5	17.5—19.5	7—12	12—15
稍適温	24.5—27.5	14.5—17.5	12—25	8—12
稍不適温	21.5—24.5	10.5—14.5	25—50	4—8
不適温	18.5—21.5	7.5—10.5	50—85	4以下
全く不適温	18.5以下	7.5以下	85以上	殆んど開花せず

備考 本表は陸羽132号を対象とし、出穂遅延によつて、自然に低温に遭つた場合の成績で、これを適用するときは最高最低温度を同時に考え、しかも満開現象を示した日の気温に重きをおくとよい。

第3表 昭和28年9月上旬における日別開花数歩合と不稔歩合 (陸羽132号)

開花日 月 日	開花日の 最高気温 最低気温		開花数歩合 %	不稔歩合 %
	°C	°C		
9. 1	23.8	11.4	8.3	7.5
2	23.1	17.4	* 13.0	10.1
3	26.5	16.2	6.9	6.9
4	25.9	9.4	1.5	12.5
5	26.2	13.2	2.3	15.7
6	21.3	11.6	0.1	不開
7	21.0	10.3	0.1	50.0
8	24.5	10.5	* 19.9	11.9
9	23.4	10.6	4.9	10.2
10	24.0	8.9	1.3	14.2
11	24.4	9.6	2.8	17.8
12	26.3	17.5	* 17.4	18.3
13	20.7	17.1	0.0	不開
14	20.2	10.6	0.0	33.3
15	21.8	15.6	* 7.9	48.8
16	24.2	9.8	1.0	71.0
17	25.2	10.4	0.3	83.3
18	21.2	15.2	0.0	100.0
19	24.8	10.2	* 8.0	78.5
20	23.0	6.5	0.8	100.0

備考 * 印は満開現象を示す。開花数歩合と不稔歩合の調査材料は同一でない。

第4表 満開現象を示した日の開花数並に不稔歩合

開花日 月 日	開花日の 最高気温 最低気温		開花数歩合 %	不稔歩合 %
	°C	°C		
9. 2	23.1	17.4	13.0	10.1
9. 8	24.5	10.5	19.9	11.9
9.12	26.3	17.5	17.4	18.3
9.15	21.8	15.6	7.9	48.8
9.19	24.8	10.2	8.0	78.5

推定する場合に最も重視すべき現象である。低温抵抗性は品種によつて異なるばかりでなく、生理的健全性に重大な支配をうけると考えなければならない。

IV 摘 要

(1) 晩播晩植法によつて出穂日を異にする穂を求め、これ等の穂について毎日の開花数、開花歩合を調査し、一穂の開花日数と開花期間の平均気温との関係並に開花日数と不稔歩合との関係を明かにした。

(2) 更に毎日開花日を同じうする穎花につきその不稔歩合を調査し、第4図のように、開花日の気温と不稔歩合との間に、高度の相関関係があることを明らかにした。

(3) 第3表を検討すると、開花日の気温が同じでも、その前に経過してきた気温の高低によつて、不稔歩合が左右されることが多いことがわかる。健康度が低下し、自ら低温抵抗性が低下するためと考えられる。

(4) 第1～2表は開花気温と不稔歩合との関係を示すものであるが、自然に気温が下り、開花期にこのような低温にあつた場合に最もよく適用できるものである。

(5) 急に気温が下降し、開花時に低温となつて、開花障害を起すような場合は、稲は比較的健康で生理的機能はあまり低下していないから、開花気温の低い割に開花授精障害は少いものと認められる。特にこのような場合は、満開現象を示した日の気温に重点をおくばかりでなく、開花現象に注意を払う要がある。

(6) 生理的に開花授精力の強いものは、低温に遭つても開花授精障害は比較的小さい。その強弱を判定する指標として満開現象が注目される。比較的低温の下で満開現象が起り、しかも微弱な場合は、開花授精力が相当低下している証で、このような場合は、開花気温の割に開花障害は著しく大きくなる。

(7) 要するに、第1～2表は、開花日の気温と不稔歩合との関係を示すものであるが、出穂の遅延によつて自然に開花期に低温に遭つた場合には、開花期間の平均気温と不稔歩合との関係を示す表として効果的に適用できる。開花時に俄かに気温が低下した場合は、満開日の気温に重点をおいて不稔歩合を推定し、更に開花期前の温度の高低や満開現象の強弱を考えて、その推定値を補正する要がある。

[For the résumé, see the page 260]

varieties, 40-70 days for Burmese varieties, 50-80 days for Indian varieties and 70-150 days for Javanese varieties.

4. The longer limit of the optimum day-length was about 12 hours for Japanese varieties, and it was clearly shorter for the southern varieties with two exceptions, *Heenati* (Ceylon) and *Gendjah Ratji* 277 (Java).

5. Only the above exceptional varieties could produce the ear under the natural day length of Tokyo.

6. Under the optimum day-length, the varieties of longer vegetative growth period produced more leaves in the main stem, and a longer day-length than the optimum increased the number of the leaves, with the exception of Javanese varieties of very long growth period.

[Continued from the page 257]

Effects of Low Temperatures on Blooming of Rice Plants Seeded and Transplanted Lately

Minoru TANAKA and Junji WADA

(Aomori Agricultural Experiment Station)

Summary

(1) Rice plants were grown experimentally by late seeding and transplanting, being thus exposed to cool weathers at their blooming periods, and their flowering and fruiting capability as affected by air temperature was studied.

(2) Blooming was found to occur rather more prosperously when the temperature rose even only in a slight extent after a period with lower temperatures which were sub-optimal for blooming, than when it remained unchanged at somewhat higher levels.

(3) Decline in fruiting percentage of the flowers due to low temperatures at blooming stage was proved dependent on the growth condition of the plant previous to that stage. Plants which had suffered from shortness of temperature, not being vigorous enough at their flowering stages, showed higher reduction in fruiting percentage by low temperatures, compared with those grown up under favourable conditions.

(4) The optimum temperature for flowering in rice plant under natural conditions seemed to lie between daily maximum from 27.5° to 32.5°C., or more precisely, from 29.5° to 32.5°, and daily minimums from 17.5° to 22.5°, or more precisely from 19.5° to 22.5°C. With a daily maximum temperature below 24.5°C blooming was restrained remarkably.