

# 寒地水稻の窒素代謝に関する研究

## 第3報 低温、遮光処理と窒素追肥の相互影響

多賀辰義† 岩淵晴郎†

### STUDIES ON NITROGEN NUTRITION IN RICE PLANT TISSUES

#### 3. Effects of Topdressing Nitrogen under Cooling and Shading Treatments on the Rice Plant Growth

Tatsuyoshi TAGA & Haruo IWABUCHI

寒冷地水稻栽培上、施肥面で特に影響の大きい窒素施肥について、低温や遮光条件下における窒素追肥の影響を生育、収量性および水稻体内栄養組成面からポット試験によって解析した。

幼穂形成期の低温および低温+遮光処理は生育を抑制、遅延し、低温前後の窒素追肥は生育をおう盛にするが生育の遅延を助長した。特に低温前窒素追肥でこの傾向が大きかった。また、低温処理は全窒素濃度の低下と全水溶性窒素濃度を高める作用をし、炭水化物濃度を高めた。しかし、低温+遮光および低温前後の窒素追肥は全窒素および全水溶性窒素の増加と炭水化物濃度の顕著な低下を示した。この結果、特に低温前窒素追肥は窒素増肥と同様に生育遅延傾向を一層強めることになり、この時期の追肥には十分な配慮が必要と考えられる。

#### I 緒 言

前報<sup>2)</sup>において、窒素追肥や低温処理が水稻の生育、収量性および窒素代謝などに及ぼす影響を検討した結果、幼穂形成期以前の追肥は生育面の助長に、止葉葉鞘抽出期追肥は登熟性の向上に寄与し、同時に稲体内の栄養組成では窒素代謝をおう盛にするため、生育後期の炭水化物代謝を高めた。一方、幼穂形成期の低温処理は生育面の増加を顕著に抑制し、最高分けつ期以降の低温処理では不稔粒の増大、登熟性の低下によって減収し、稲体内栄養組成面でも低温処理の影響を受けて、全窒素と蛋白態窒素含有率が低下し、全水溶性窒素含有率が増加した。これに対して炭水化物

の濃度は低温処理直後に高含量となることを明らかにした。今、北海道の稲作をみると、米質不良や気象条件による収量不安定要因をかかえ、これらを解決する技術の確立は極めて重要である。本報告では冷害が単に低温だけでなく、低温、日照不足の条件で発生するケースが多いという前提から、気象条件と施肥技術との相互関係を検討するためファイトロンを利用して低温処理を行い、これに遮光処理および窒素追肥を組合せて、これらが水稻の生育、収量および稲体内の栄養組成に及ぼす影響を検討した結果を報告する。

なお、本試験の実施に際し、特にファイトロン使用にあたりご援助をいただいた北海道農業試験場稲第3研究室長佐竹徹夫技官に対し深甚の謝意を表す。また、本稿の校閲を賜った中央農業試験場森哲郎化学部長に感謝する。

† 中央農業試験場

## II 試験方法

### (1) 供試土壌および試験方法

本研究に供した土壌は夕張川沖積土 (LiC) で、その理化学性は第1報<sup>2)</sup>の Table 1 に示したとおりである。供試品種として「新栄」を用い 1/5,000 a WAGNER 氏ポットにより2連制で栽培した。低温処理は北海道農業試験場のファイトロン室に搬入して行ない、それ以外の期間は対照区と同様に戸外網室で管理した。また、遮光処理は寒冷紗を用いた。なお、本研究はつぎの2項について検討した。すなわち、

1) 生育および収量性に及ぼす低温、遮光処理と窒素追肥の相互影響

2) 稲体内の窒素代謝および炭水化物代謝に及ぼす低温、遮光処理と窒素追肥の相互影響

試験区分は、①対照区、②増肥区、③幼穂形成期（以下幼形期とす）追肥区、④幼形期低温処理区、⑤幼形期低温処理+低温処理前追肥区、⑥幼形期低温処理+低温処理後追肥区、⑦幼形期低温処理+遮光処理、⑧幼形期低温処理+低温処理前追肥+遮光処理区、⑨幼形期低温処理+低温処理後追肥+遮光処理区を設け、低温処理は各区とも7月10日~20日の10日間を昼夜とも15°Cとし、遮光は7月20日~30日の10日間を快晴時の遮光率40%とした。また、各区に対する共通施肥量としては N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O 各 0.5 g/Pot を硫酸、過石および硫酸を用いて作土全層に混合施用した。

(2) 分析試料の採取と調製 第1報<sup>2)</sup>に準じた。

(3) 分析方法 第1報<sup>2)</sup>に準じた。

## III 試験結果

本研究は1970年に行なったものであるが、一部類似の処理試験を1967年および1969年にも行なったので、これらの結果を比較考察の上で一部に引用した。また、本研究では低温、遮光処理と窒素追肥（以下単に追肥とす）の関係を幼形期のみ検討した。それは前報<sup>3)</sup>でも報告したとおり最高分けつ期以降の低温処理は生殖機能障害による

高い不稔率を招き、同時に生育後期では低温処理後の生育回復が緩慢であり、この時期の低温処理は減収の決定的主因となり、これに追肥を行なう意義は見出されず、実際的にも実施されないものと考え、比較的低温処理後の回復がみられ、しかも追肥の影響も顕著にみられる幼形期の低温処理を中心に検討することとした。

### 1 生育および収量性に及ぼす低温、遮光処理と窒素追肥の相互影響

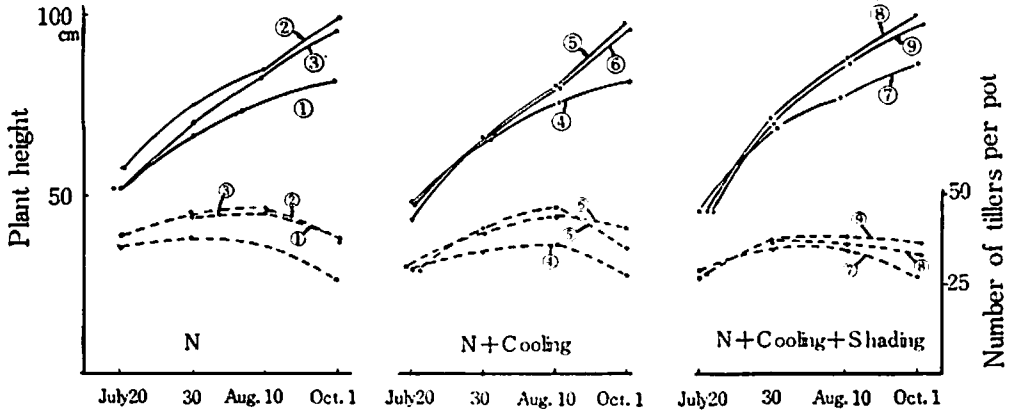
#### A. 生育

a. 草丈および茎数; Fig. 1に示すように窒素増肥や幼形期における追肥および低温処理の影響は既報<sup>2)</sup>で述べたとおり、対照区に比べ窒素添加は生育面の向上に、低温処理は生育の抑制、遅延として作用するが、常温下にもどすと最終的には対照区と同程度に回復した。また、低温+遮光区では草丈の徒長傾向を示した。さらに低温、遮光と追肥を組合せた場合には、低温処理期間中は遮光系列で草丈の徒長傾向がうかがわれ、分けつは抑制されたが、処理後再び正常環境下にもどすと急速な生育の回復をきたし、同時に追肥の効果も認められた。一方、追肥時期を低温の前後にした場合は追肥時間が早い（低温前追肥）と窒素効果の出現は低温処理後追肥より若干早い、収穫期の茎数ではむしろ後者が優る値を示した。

b. 乾物増加量の推移; Fig. 2は乾物重を各時期における増加量として示した。この結果は前述の生育結果を端的に反映している。すなわち、低温、遮光区の乾物増加量は生育前期には処理の影響をうけ対照区に比べて少ないが、生育後期では逆に対照区を上回った。同時に、これらの処理に追肥を組合せると、後期乾物増加量は著しく多く、低温前後の追肥は後者が明らかに多かった。

#### B. 収量性

収量構成要素のうち、特に収量を大きく左右する1株総穂数と稔実歩合を Fig. 3に示した。収穫期の生育状況と同様に、1株総穂数および稔実歩合に対し、単なる低温や遮光処理の影響は明瞭には認められず、これらの処理に追肥を組合せた場合にも追肥効果として窒素増肥および追肥区と同程度の穂数が得られた。しかし、稔実歩合は対

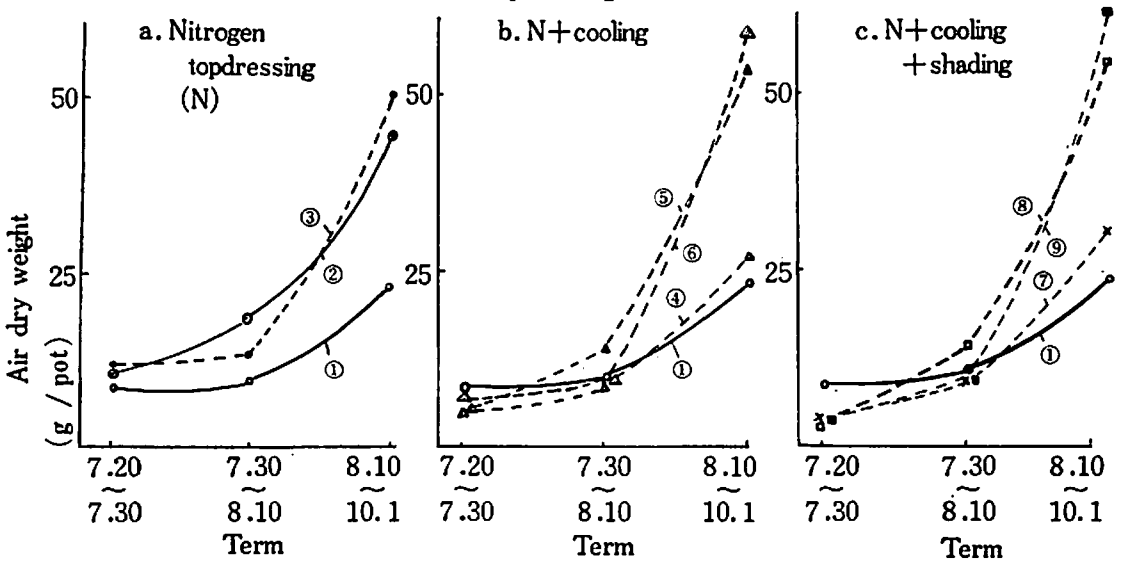


— ; plant height ..... ; Number of tillers per pot

No. of treatments ;

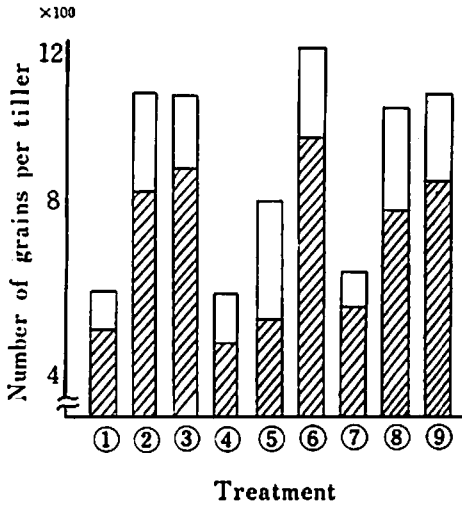
- ① Control (Normal basal fertilizer)
- ② Much basal fertilizer
- ③ Nitrogen topdressing at the young panicle formation period
- ④ Cooling (at young panicle formation period)
- ⑤ Nitrogen topdressing before cooling
- ⑥ Nitrogen topdressing after cooling
- ⑦ Shading after cooling
- ⑧ Nitrogen topdressing before cooling + shading
- ⑨ Nitrogen topdressing after cooling + shading

Fig. 1 Effect of nitrogen topdressing under cooling and shading treatment on the plant height and number of tillers



See Fig. 1 for no. of treatments (①~⑨)

Fig. 2 Effect of nitrogen top dressing under cooling and shading on the increase of dry matter weight



■ ; Fully ripened grains  
□ ; Sterile grains  
See Fig. 1 for no. of treatments (①~⑨)

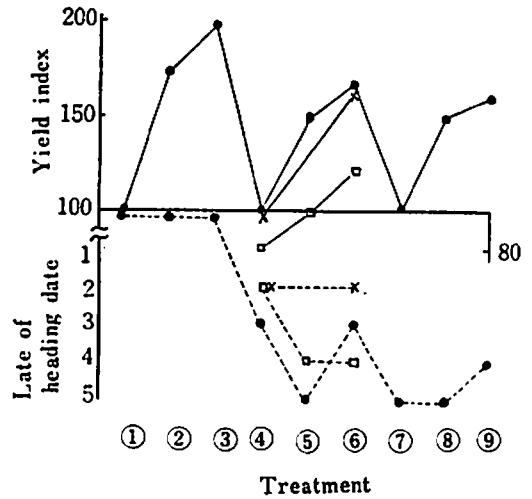
Fig. 3 Effect of nitrogen topdressing under cooling and shading on the number of grains per tiller

照区とはもちろん窒素増肥および追肥区と比べても低温前後の追肥区で低下の傾向を示し、特に低温前の追肥区の低下が著しかった。この結果、Fig. 4の収量指数にみられるように対照区と比べて単なる低温、遮光処理の収量は同程度ないし、年次によって若干低下を示した。一方、対照区に比べ低温処理前後の追肥は穂数の増加によって明らかに増収するが、窒素増肥および追肥区よりは明瞭に収量指数を低下させ、とくに低温処理前追肥区が低温処理後追肥区に比べて、この低下傾向が著しい。しかしながら Fig. 4の出穂期をみると、両系列の差異は明らかとなった。すなわち、低温系列に比べて低温+遮光系列の出穂期は1~2日程度遅延となり、同時に両系列とも低温処理前と後の追肥を比べると低温処理前追肥区の方が出穂期は遅延した。

2 稲体内の窒素代謝および炭水化物代謝に及ぼす低温、遮光処理と窒素追肥の相互影響

A. 窒素化合物

稲体部位別の窒素濃度および窒素吸収量の経時的变化や低温処理および窒素追肥が、これらに及



● ; 1970 □ ; 1969 × ; 1967  
100 yield index is 18.8 gram per pot.  
See Fig. 1 for no. of treatments (①~⑨)

Fig. 4 Yield index and late of heading date caused by treatments

ぼす影響については既報<sup>29)</sup>で述べているので、ここでは主として、低温処理前後の追肥と遮光処理による影響の強い期間に限って検討した。まず、Table 1から葉身および基部の全窒素濃度は対照区に比べ低温処理後に低下し、低温+遮光後は逆に高い値を示した。これは前者は窒素吸収が抑制された結果であり、後者の高窒素濃度は処理(遮光部分)による窒素吸収抑制作用が小さいと同時に光合成作用の低下による相対的な窒素濃度の上昇および生育ステージの遅延性(稲体が対照区より若い)に起因するものと理解される。この時期の低温処理前後の窒素追肥はもちろん、稲体内窒素濃度を高め、追肥は低温処理中でも明らかに窒素吸収を促した。したがって、低温前後の追肥の両者間では処理前追肥区が出穂期ころまで、処理後追肥区は出穂期以降で高い窒素濃度を示した。

つぎに、全窒素の大部分をしめる蛋白態窒素は全窒素と類似の推移を示すが、各処理によって全窒素との比率に差異を生じた。これはつぎに述べる全水溶性窒素と相対的なものであるからその中で検討する。すなわち、全水溶性窒素は低温や低

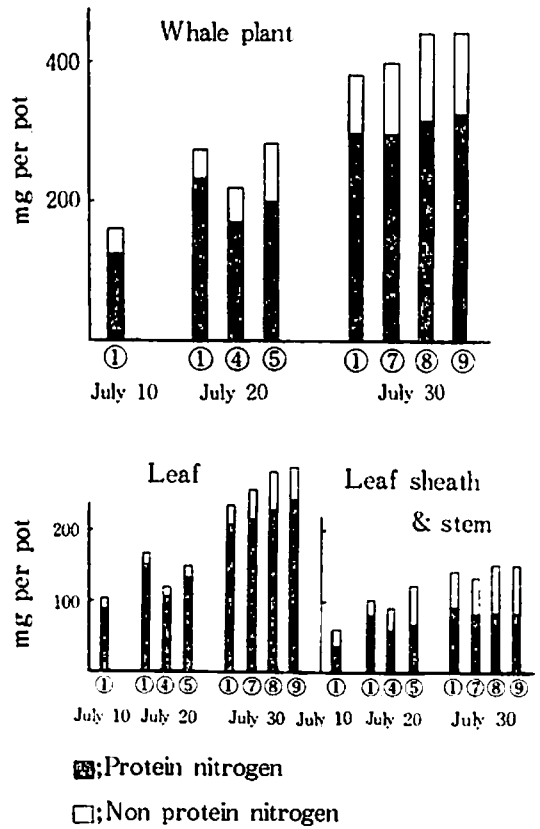
Table 1 Effect of treatments on the contents of nitrogen fraction uptake by rice plant

(in 1970) as dry base %

Date of sampling	Treatment	Total -N (%)	Protein -N (%)	Total water sol. -N (%)	Water sol. protein -N (%)	Amide +NH <sub>3</sub> -N (%)	Other sol. -N (%)	Tot. wat. sol. -N Prot. -N ×100	Amide +NH <sub>3</sub> -N Prot. -N ×1.000
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
July 10	Leaf blade								
	Control (normal basal fertilizer)	4.379	3.861	0.518	0.155	0.077	0.286	13	20
	Much basal fertilizer	4.622	4.034	0.588	0.132	0.068	0.388	15	17
	Sheath stem								
	Control	2.902	1.788	1.114	0.213	0.362	0.539	62	202
	Much basal fertilizer	3.037	1.874	1.163	0.178	0.323	0.662	62	172
July 20	Leaf blade								
	Control	4.336	3.854	0.482	0.136	0.055	0.291	13	14
	Much basal fertilizer	5.168	4.665	0.503	0.161	0.062	0.280	11	13
	Cooling (at young panicle formation period)	4.031	3.512	0.519	0.152	0.095	0.272	15	27
	N (Nitrogen) topdressing before cooling	4.922	4.081	0.841	0.155	0.186	0.500	21	46
	Sheath stem								
	Control	2.463	1.852	0.611	0.152	0.109	0.350	33	59
	Much basal fertilizer	3.390	2.302	1.088	0.160	0.280	0.648	47	122
	Cooling	2.436	1.563	0.873	0.136	0.251	0.486	56	161
	N topdressing before cooling	3.286	1.807	1.479	0.198	0.389	0.892	82	215
July 30	Leaf blade								
	Control	3.336	2.863	0.473	0.139	0.124	0.210	17	43
	Much basal fertilizer	4.398	3.744	0.654	0.186	0.087	0.381	17	23
	N topdressing at the young panicle formation period	4.493	3.849	0.644	0.170	0.090	0.384	17	23
	Cooling	4.023	3.431	0.592	0.161	0.099	0.332	17	29
	N topdressing before cooling	4.825	4.209	0.616	0.180	0.076	0.360	15	18
	N topdressing after cooling	4.913	4.129	0.784	0.192	0.133	0.459	19	32
	Shading after cooling	4.344	3.549	0.795	0.166	0.116	0.513	22	33
	N topdressing before cooling +shading	4.911	3.941	0.970	0.207	0.174	0.589	25	44
	N topdressing after cooling +shading	4.856	4.011	0.845	0.156	0.120	0.569	21	30
	Sheath stem								
	Control	1.535	0.981	0.554	0.146	0.057	0.351	56	58
	Much basal fertilizer	2.442	1.513	0.923	0.216	0.208	0.499	61	137
	N topdressing at the young panicle formation period	2.256	1.300	0.956	0.203	0.272	0.481	74	209
	Cooling	1.955	1.296	0.659	0.159	0.162	0.338	51	125
	N topdressing before cooling	3.132	1.897	1.233	0.218	0.349	0.666	65	184
N topdressing after cooling	2.944	1.710	1.234	0.205	0.327	0.702	72	191	
Shading after cooling	2.283	1.359	0.924	0.202	0.259	0.463	68	191	
N topdressing before cooling +shading	3.184	1.778	1.406	0.219	0.262	0.925	79	147	
N topdressing after cooling +shading	2.907	1.640	1.267	0.210	0.368	0.689	77	224	

温+遮光処理によって含有率が増加し、低温後の窒素追肥は対照区と比べ蛋白態窒素との相対値を明瞭に変えなかったが、しかし、低温前追肥は稲体内全水溶性窒素を著しく増加させ、蛋白態窒素に対する比(全水溶性窒素/蛋白態窒素×100)は処理直後(July 20)対照区に比べ葉身部で13対21、葉鞘+茎部では33対82と大きかった。これは低温前窒素追肥は、低温処理期間中の稲体内窒素代謝を著しく攪乱させることを意味している。一方、水溶性蛋白態窒素はほかの窒素化合物に比べて変動が小さく、したがって一定の傾向が認められなかった。

アミド+アンモニア態窒素は、全窒素とは逆に葉身よりも葉鞘+茎部で高い含有率を示した。また、低温や追肥によって含有率は増加し、特に葉鞘+茎部でこの傾向が顕著であった。これを蛋白態窒素に対するアミド+アンモニア態窒素の比(アミド+NH<sub>3</sub>態窒素/蛋白態窒素×1,000)で見ると、葉身部に対し葉鞘+茎部の値が大きく、かつ、低温や追肥処理区の値が高かった。しかし、遮光処理がアミド+アンモニア態窒素濃度に及ぼす影響は明らかでなかった。一方、全水溶性窒素の大部分を占める残余窒素(アミノ酸)は全水溶性窒素と類似の推移を示し、追肥や低温および遮光処理によって増加した。つぎに、窒素絶対吸収量と各処理との関係をFig. 5で見ると、稲体内の窒素濃度にみられるように、対照区にくらべ低温処理区の窒素吸収量は低く、低温処理前に窒素追肥を行なうと、葉鞘+茎部で低かったが全体では対照区を上回る吸収量を示した。しかし低温処理と同様に低温前追肥でも、葉鞘+茎部で全水溶性窒素の比率が著しく高まった。一方、遮光処理は葉鞘+茎部の窒素吸収量を若干低下させているが、遮光と組合せの追肥(低温前後の)区ではいずれも高く、葉身部では対照区を遮光区が上回った。したがって、遮光が窒素吸収量を抑制するには大島ら<sup>6)</sup>の報告にみられる強遮光度(遮光度70~90%)が必要と理解され、本研究(遮光度約40%)程度の遮光ではむしろ栄養生長の延長に働くものと推察される。



See Fig. 1 for no. of treatments (①~⑨)

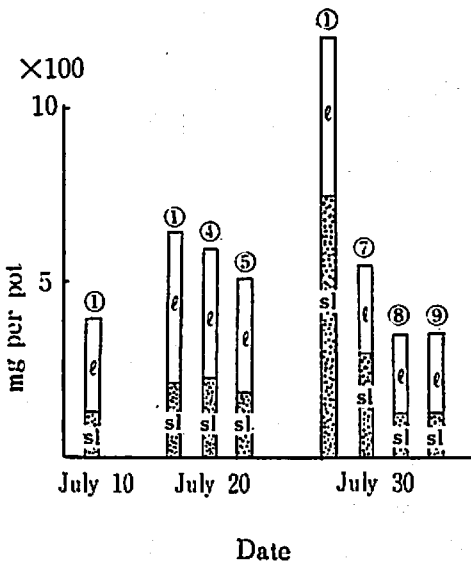
Fig. 5 Effect of nitrogen topdressing under cooling and shading on the amount of absorbed nitrogen

## B. 炭水化合物

Table 2 によって稲体内の炭水化合物濃度に及ぼす各種処理の影響についてみると、まず、葉身および葉鞘+茎部の全糖濃度は低温処理によって高められたが、低温処理前後の追肥および遮光処理はこの濃度を明らかに減少させた。しかし後者の間にも明瞭な相違点がある。すなわち、低温処理前後の追肥は培地の窒素富化条件下での窒素吸収として炭水化合物消費が多くなり、一方、遮光区では、同化率低下そのものが起因して糖濃度を低下させていると推察しうる。同時に、このことは全糖の組成成分である還元糖および非還元糖でも全糖と類似の傾向を示した。粗澱粉についても、これら各処理の影響は全糖と類似したが、低温処理前

**Table 2** Effect of treatments on the contents of carbohydrate composition up take by rice plant (in 1970) as dry base %

Date of sampling	Treatment	Reducing sugar (%)	Non reducing sugar (%)	Total sugar (%)	Crude starch (%)
July 10	Leaf blade				
	Control (normal basal fertilizer)	3.71	7.50	11.21	6.68
	Much basal fertilizer	3.36	7.95	11.31	6.01
	Sheath stem				
	Control	2.27	4.49	6.76	17.10
	Much basal fertilizer	2.48	5.74	8.22	12.27
July 20	Leaf blade				
	Control	2.55	8.07	10.62	6.15
	Much basal fertilizer	2.28	8.33	10.61	1.98
	Cooling (at young panicle formation period)	3.17	8.17	11.34	7.34
	N (Nitrogen) topdressing before cooling	2.48	7.54	10.02	3.84
	Sheath stem				
	Control	2.41	3.04	5.45	7.74
	Much basal fertilizer	2.04	1.12	3.16	4.39
Cooling	2.64	3.67	6.31	10.29	
N topdressing before cooling	2.06	3.06	5.12	13.10	
July 30	Leaf blade				
	Control	2.95	4.57	7.25	3.06
	Much basal fertilizer	1.84	3.68	5.52	1.33
	N topdressing at the young panicle formation period	2.02	3.82	5.84	0.85
	Cooling	2.28	3.59	5.87	3.11
	N topdressing before cooling	1.93	3.36	5.29	2.10
	N topdressing after cooling	1.89	2.33	4.22	2.09
	Shading after cooling	1.94	2.26	4.22	2.48
	N topdressing before cooling+shading	1.64	2.33	3.97	4.13
	N topdressing after cooling+shading	1.74	2.07	3.81	2.63
	Sheath stem				
	Control	4.84	4.56	9.40	2.69
	Much basal fertilizer	1.51	3.10	4.61	1.51
	N topdressing at the young panicle formation period	2.37	3.55	5.92	4.58
	Cooling	3.02	4.81	7.83	6.32
	N topdressing before cooling	1.86	1.82	3.68	4.16
N topdressing after cooling	2.21	1.18	3.39	4.90	
Shading after cooling	2.70	2.30	5.00	6.73	
N topdressing before cooling+shading	1.53	1.11	2.64	3.69	
N topdressing after cooling+shading	1.65	0.85	2.50	3.31	



②; Leaf blade ③; Sheath stem

See Fig. 1 for no. of treatments (①~⑨)

Fig. 6 Change of total sugar amount

追肥区の葉鞘+茎部で特異的に高く、低温+遮光処理区の葉鞘+茎部でも高い値を示した。一方、全糖絶対含有量を Fig. 6 でみると、先に述べた濃度の変異にかかわらず、各処理区ともに葉身および葉鞘+茎部の含有量は減少し、低温処理に比べて低温+遮光処理区の減少が著しく、また、低温処理前後の追肥は糖含量の減少を助長するものでその影響を明らかに示した。このうち、低温+遮光処理区(低温前後追肥を含む)の極度な炭水化物蓄積の減少は、この時期が水稲の栄養生長から生殖生長への転換時であるから、生育相を大きく攪乱することとなり、低温処理前後の追肥はこの傾向を一層助長するものと推察された。

#### IV 考 察

北海道のように夏季に冷涼な気象条件をまねきやすい地域での水稲栽培は、常に冷害の到来を念頭におきながら進めなければならないが、水稲の生育ステージと低温程度およびその持続期間によって低温の影響が大きく異なることはいうまでもない。一般に冷害は遅延型と障害型に大別されて

いる。近年、気象条件コントロールを完全に行なえるファイトトロンの設置に伴い、特に障害型冷害の研究<sup>1)2)3)4)5)6)</sup>が急速に進み、この機作の解明がなされつつある。著者らもファイトロンを利用して、主として遅延型冷害に因与する幼形期低温処理と遮光処理の組合せから、この時期の追肥の意味するところを検討した。

##### 1) 生育相への影響

低温処理や低温+遮光処理が水稲生育抑制面に作用することは稲体内栄養組成面からも十分うかがわれた。すなわち幼形期低温処理区の稲体内全窒素濃度は低下し窒素フラクションをみると葉鞘+茎部の全水溶性(非蛋白態)窒素および葉鞘+茎部のアミド+NH<sub>3</sub>態窒素濃度を高めた。これは低温処理直後の炭水化物濃度の高まりと相対関係にあり、いわゆる単純な低温(遮光を伴わない)条件下では、光合成作用の減退が窒素吸収抑制に比べて小さい結果、全窒素濃度の低下として現われるが、窒素フラクションでは蛋白態窒素に対し非蛋白態窒素の増加を示し、蛋白態窒素が分解的方向に向かっていることを意味する。さらに低温後の遮光の影響は、生育(草丈)の徒長と乾物生産の低下をまねき、稲体内栄養組成面のうち、葉身および茎部の全窒素濃度は低温後の遮光区が対照区を上回った。もちろん大島ら<sup>9)</sup>の述べたように遮光程度が極めて強度の場合には全窒素濃度の低下として作用するが、本研究の場合は処理による窒素吸収低下に比べて、光合成の低下が大であると同時に、生育ステージの遅延によって相対的に全窒素濃度が高まったものと推察された。反面、稲体内炭水化物濃度の顕著な低下は、遮光による同化能の低下と窒素吸収=エネルギーへの同化物質の利用の相乗の結果であると考えられるが、同時に、この時期の窒素代謝の優位性は水稲生育にとっても生育遅延を助長して不利である。一方、この低温処理前後に窒素追肥を行なうと、比較的抑制度の少ない同化産物をエネルギーとして稲体内窒素濃度の増加方向へと作用し生育量を増加させるが、この場合、特に低温前追肥区では蛋白態窒素に対する全水溶性窒素(全水溶性窒素/蛋白態窒素×100)およびアミド+NH<sub>3</sub>態窒素(アミド



下+NH<sub>3</sub> 態窒素/蛋白態窒素×1,000)の値が著しく高まり、逆に炭水化物濃度は低下した。これはこの時期の窒素代謝からしだいに炭水化物代謝優位へと移行する態勢を大きく攪乱していることを意味している。

## 2) 収量性への影響

つぎに、各種処理やその組合せの収量性に及ぼす影響を考察してみる。まず、収量を大きく支配する1株籾数でみると、幼形期の低温処理および低温後遮光処理の影響はほとんど認められず、総合的にみれば各処理区の稔実歩合に若干の低下傾向がうかがわれた程度で、これは収量指数でみても当然の結果として、対照区に比べて各処理区の減収程度はごく少ない。もちろん、Pot testでは低温の程度や、その時間的経過は現実の冷害現象とは異なる面が多いが、幼形期の低温や遮光処理が処理期間中に稲体内の窒素代謝や炭水化物代謝に作用しても最終的にはほとんど回復した。しかし、ここで注目しなければならない点として、Fig. 4に表示したように、各処理区では対照区に比べ出穂期の遅延が各年次とも明らかに認められたことである。一方、低温処理前後に追肥した場合、追肥効果として1株籾数の増加となり追肥(低温処理しない)区と同程度の籾数を確保するが、稔実歩合の低下から収量では対照区よりまさるが追肥区(低温なし)よりは低下した。この場合に収量低下は比較的小さいが、ここではFig. 4にみられる生育遅延を問題としたい。すなわち、Pot testでの3~5日の生育遅延は、管理条件からいって収量性(特に不稔性)に及ぼす影響は小さいが、実際のほ場ではさらに生育遅延が助長されると考えられ、初霜害を招きやすい極寒冷地稲作上では、このことが極めて重要な意味をもつことになる。さらに低温前追肥区と低温後追肥区とを比較すると、生育面との関係で述べたように、前者の稲体内栄養組成に及ぼす影響が極めて大きかったことを反映して、生育面の遅延程度も大きく、したがって収量も低温前追肥区が低温後追肥区よりも劣った。以上のことを実際の水稲栽培に照して考えるならば、幼形期の低温および遮光は端的にいうと最終的には生育遅延面に大きく影響す

るものであるから、このような条件下での追肥は稲体内栄養組成面からいっても、前述の生育遅延性を助長するものと理解しなければならない。特に、低温前追肥はこの点でも十分な配慮の必要なことを示唆している。

## V 摘 要

寒冷地の水稲栽培上しばしば起きる冷害には、大別して遅延型、障害型および混合型があり、主として遅延型は幼形期までの低温で障害型は最高分けつ期(波数分裂期~小胞子初期)以降の低温によって起きるものをいうが、遅延型冷害は生育後期の好天候によって相当回復をする。そこで、ファイトロンを利用して幼形期の水稲を低温処理し、その後遮光処理をし、これに低温処理前後の追肥を組合せた影響を生育、収量および稲体内栄養組成の面から検討した。その結果を要約すると次のとおりである。

1) 低温および遮光処理期間中、生育面の増加は抑制されるが、遮光では若干草丈が徒長した。一方、低温前後の追肥はその直後から追肥の効果を見わし、各処理区とも最終的には対照区(追肥組合せ区は追肥区の値)と同程度となった。

2) 収穫期の1株籾数でも、低温および低温+遮光区は対照区に、低温前後追肥区は追肥区(低温なし)に相当した。しかし、各処理とも生育遅延によって出穂時期を遅らせ、同時に若干稔実歩合を低下させた。その結果、低温および低温+遮光処理区は対照区と同程度の収量指数を示したが、低温前後追肥区は追肥区の収量を下回り、低温前追肥区が低温後追肥区より劣った。

3) 低温処理中の稲体内の全窒素濃度はいく分低下し、全水溶性窒素濃度は高まり、相対的に炭水化物濃度が高まった。一方、低温+遮光区および低温前後追肥区では全窒素濃度が高まり、同時に蛋白態窒素に対する全水溶性窒素の比率も高まり、炭水化物濃度も低下した。すなわち、幼形期の水稲はおう盛な窒素代謝から、炭水化物代謝のおう盛な時期の移行時期にあり、この時期の低温、低温+遮光および低温処理前後追肥は各代謝を攪乱し、その結果として窒素代謝の優勢な期間

を延長させるものと推測された。

## 文 献

- 1) 伊藤延男, 早瀬広司, 佐竹徹夫, 西山岩男, 1970; 水稲の減数分裂期低温処理による雄性不稔, 第3報, 開花期に観察されたおしべおよび花粉の異常 (英文), 日作紀, 39, 1, 60-64.
- 2) 南 松雄, 多賀辰義, 1970; 寒地水稲の窒素代謝に関する研究, 第1報, 窒素追肥の影響, 道農試集, 21, 89-102.
- 3) 西山岩男, 1970-a; 水稲の減数分裂期低温処理による雄性不稔, 第4報, 葯の呼吸活性の低下 (英文) 日作紀, 39, 1, 65-70.
- 4) ———, 1970-b; イネの小胞子初期冷温処理による雄性不稔 (英文), 第6報, 冷温感受性期における正常なタベート細胞の電子顕微鏡的観察, 日作紀, 39, 4, 474-479.
- 5) ———, 1970-c; イネの小胞子初期冷温処理による雄性不稔 (英文), 第7報, 冷温処理により肥大したタベート細胞の電子顕微鏡的観察, 日作紀, 39, 4, 480-486.
- 6) 大島正男, 村山 登, 1960; 水稲の窒素栄養に関する研究〔1〕窒素栄養を異にする水稲の生育各期における遮光の影響, 農技研報告, B, 10, 1-36.
- 7) 佐竹徹夫, 西山岩男, 伊藤延男, 早瀬広司, 1969; 水稲の減数分裂期低温処理による雄性不稔, 第1報, ファイトロンにおける水稲の培養と低温処理 (英文), 日作紀, 38, 4, 603-609.
- 8) ———, 早瀬広司, 1970; イネの小胞子初期冷温処理による雄性不稔 (英文) 第5報, 花粉発育時期および冷温感受性のもっともたかい時期の推定, 日作紀, 39, 4, 468-473.
- 9) 多賀辰義, 南 松雄, 1970; 寒地水稲の窒素代謝に関する研究, 第2報, 低温処理の影響, 道農試集, 22, 34-47.

## Summary

In cultivating the paddy rice plant, sometimes we have seen the cool injury caused by cool weather in summer. The types of cool weather damage are three, delay type, sterile type and mix type. The delay one made the late growth stage with the cool weather till the young panicle formation period and the

sterile one was caused by the cool weather after the maximum number of tillers stage (from reduction division stage to young microspore stage).

The former was almost regrown under the good weather condition after the cooling.

In these experiments, the rice plants, at the young panicle formation period, were treated to the cooling by the phytotron, and then to the shading. Against these rice plants, the nitrogen topdressing treatments were treated. About the preceding rice plant, the authors studied the effects of the rice plant growth, the yield, and the nutritive metabolism in the plant tissues.

The results obtained in these experiments are summarized as follows;

1) When the rice plant growth was inhibited during the cooling and shading, the elongation of the plant was increased by shading. On the other, the nitrogen topdressing before or after cooling stimulated immediately the rice plant growth, but, the plant growth of each treatment was finally the same compared with that of topdressing plots at the young panicle formation period (no cooling and shading).

2) As for the effect of the number of grains per tiller at the harvest time, these of the cooling and the cooling + the shading plots were almost the same as that of the control, and then that of nitrogen topdressing before or after cooling was about same as that of nitrogen topdressing at the young panicle formation period. However, the cooling, the shading and the nitrogen topdressing before or after cooling delayed clearly the rice plant growth stage, and heading stage.

Therefore, each plot of the treatments decreased slightly the percentage of ripening. In the yield, that of cooling and shading

plots was almost the same level compared with control plots, and that of the nitrogen topdressing plot before or after the cooling was lower than nitrogen topdressing plots (with no cooling).

Especially, this tendency was severe in plots of the nitrogen topdressing before cooling.

3) As for the effect of each treatment, in the case of the cooling effect, the contents of total nitrogen in rice plant tissues treated by the cooling was slightly lower than that of the control.

On the other hand, the contents of the total soluble nitrogen (non protein nitrogen) tended to increase. Consequently, the concentration of carbohydrate was increased by the treatment. In the case of the effect of

cooling+shading, and nitrogen topdressing before and after cooling, the contents of total nitrogen in the treated tissues was higher than that of the control. The ratio of total soluble nitrogen (non protein nitrogen) to protein nitrogen was higher.

On the other hand, the contents of carbohydrate of the plant tissues in treated plots was lower than that of the control.

In the rice plant at the young panicle formation period, the nutritive metabolism was promoting to torn over from a dominant nitrogen one to a carbohydrate one.

Therefore, at this stage, these treatments made disturb the both of the nitrogen and the carbohydrate metabolism. For, the term of dominant nitrogen was continued still more.