

北見地方の麦類に対する窒素施用量増加に伴う反応

第2報 春播小麦

長谷部 俊 雄†

RESPONSES OF THE LEADING UPLAND CROPS TO THE VARIOUS APPLICATION RATES OF NITROGEN IN KITAMI DISTRICT

2. Spring wheats

Toshio HASEBE

前報の秋播小麦に引続いて春播小麦について窒素用量試験が行なわれ、窒素施用量と生育・収量ならびに窒素吸収との関係が調査された。供試した「キタミハルコムギ」は穂重型品種で窒素用量の増加とともに穂数ばかりでなく、穂長の増加が目立ったが、登熟障害も増すので窒素の適量は10a当たり4kgと考えられた。春播小麦は秋播小麦と比べて収量は低い、高蛋白質含量のものが生産されやすいので、その特徴を生かす栽培法の確立が望まれる。

【 緒 言 】

北海道の小麦には春播種と秋播種があり、網走地方においても両者の作付比率は長い間半々であったが、第二次大戦末期からの磷酸肥料の不足を主因とする冬枯れの増大によって、秋播小麦は著しく減少を示し、ほぼ80:20の値を示すにいたった。しかし昭和29年に多収品種「ホクエイ」が奨励されるとともに、農薬の散布や肥料事情の好転も加わり、冬枯れが少なくなるにしたがって秋播種の作付けがまし、両者の比率は逆転するにいたった。

しかし秋播種の作付けにあたっては、播種適期が関係し、春播種と異なって前作物の制約を大きく受けるものであり、とくに近年、収穫期の早い亜麻・えん豆などの作付けが減少し、これらより熟期のおそい菜豆や馬鈴薯が主な前作物となってきた。

たために、冷害年にはこれらの収穫期がいちじるしく遅れ、晩播対策がかなり確立されるようになったとはいえ、播種が不可能となる場合は少なくない。また、播種ができて、農薬散布の適期を失したりなどして、冬枯れが著しく発生する場合がある。かかる場合には、同じ麦類ということで秋播小麦の代わりに春播麦類を作付けし、予定の輪作式を崩すことなく農業経営をすすめることが必要である。

一方 古くから北見地方は麦の生育期間、とくに登熟期間ならびに収穫期における雨量が少なく、空気が乾燥していることから、わが国における唯一のパン用硬質小麦の適産地として知られている。とくに春播小麦は秋播小麦より収量は低い、子実中の蛋白質含量が高く、外国産に劣らない品質をもつ硬質小麦の産出が可能である。かかる事情の下に、北見地方でも秋播小麦の作付けが不安定な地帯で春播小麦の作付けが多くみられて

† 中央農業試験場

おり、機械化の進捗とともに、秋播小麦との一定比率の下に春播小麦の主産地形成も可能と考えられる。

かかる栽培的特性を有する春播小麦について、前報の秋播小麦に引続いて窒素用量試験を行なったので、ここに得られた結果を報告する。

Ⅱ 試験方法

第1報の秋播小麦に隣接したほ場で、供試品種以外の肥料処理区別、栽植様式ならびに分析方法を第1報とまったく同様にして1959年に試験を行なった。供試品種は「キタミハルコムギ」³⁾で特徴としては強稈かつやや長穂で、一穂粒数は多いが、穂数はいく分少なく、赤かび病には、やや弱い、赤・黒銹病にはかなりの抵抗性を示し、多収であり、子実は赤粒で中間質である。

Ⅲ 試験結果

1. 生育の概況

5月1日に播種し、ほ場が乾燥気味で発芽にいく分時日を要し、5月10日に各区とも発芽期に達したが、発芽状態はやや良態を欠いた。伸長期間の天候は5月下旬ならびに6月下旬の高温多照を除き低温多湿に経過し、草丈の伸長に比し分けつが劣り、出穂期は平年より若干遅れ気味であった。登熟期間中もおおむね低温寡照にすぎたため成熟期はいく分遅れ、また、赤かび病の多発がみられ、子実も瘠薄な二番粒の混入が多かった。また、7月中下旬の強風は登熟前期であったのでは

とんど倒伏はみられなかった。試験区中の最高子実収量を、育種試験における過去5か年間の平均収量(10a当たり215kg)と比較すると122%であり、収量の面からは一応標準的な生育を示したものと考えることができる。

2. 生育調査

Table 1 に示されるように、生育が進むに従い生育量の最大値を示す窒素施用量は大きな値となる。すなわち、発芽後間もない時期は無窒素区に近いほど草丈は高いが、播種後30日位たち葉数が5枚位になると無窒素区は窒素施用区に比し、草丈・莖数がやや劣えだし、窒素4kg施用区が最高値を示し、節間伸長後期では6kg施用区が、さらに登熟後期では、8kg施用区が最高値を示すようになった。したがって、成熟期調査においては、草丈・穂長については窒素8kg施用区が、また有効莖数は6kg施用区で最高値を示した。なお、窒素施用量の増加に伴い、出穂期の遅れが目立ったが、登熟後期の赤かび病の多発により、成熟期の処理間差はいく分ちぢまった。倒伏は窒素多施区に若干認められた。

3. 収量調査

Table 2 に収量調査結果を、また Table 3 には秋播小麦の場合と同じく窒素8kg施用までの5処理の子実重について行なった分散分析結果を示した。Table 2 によると、莖葉重は窒素施用量の増加に伴い最高施用量まで一方的に増加するが、4kg施用区までの増加程度が大きい。一方子実重については4kg施用区まで増収するが、それ以上で

Table 1. Growth of spring wheat

Application rate of N (kg/10a)	Date of heading	Date of maturing	Height (cm)				Agronomic characteristics at maturing stage			Lodging (%)
			1 Jun.	19 Jun.	27 Jul.	17 Aug.	Length of Ear (cm)	Number of tillers for 50 cm		
								Effective	Ineffective	
1) N : 0	Jul. 3	Aug. 16	19.7	52	114	119	9.6	74	9	—
2) 2	4	16	22.5	57	118	120	9.8	91	6	—
3) 4	5	17	23.4	62	119	120	10.1	94	5	—
4) 6	6	17	23.3	63	120	120	10.1	103	6	—
5) 8	6	18	22.8	63	121	122	10.9	93	7	13
6) 12	7	18	23.1	63	120	116	10.3	98	8	13

Table 2. Yields of spring wheat

Application rate of N (kg/10a)	Yields (kg/10a)				B/A (%)	Weight of 1000 grains (g)	1 litre volu- me weight of grain (g)
	Straw (A)	Grain					
		1st class	2nd class	Total (B)			
1) N : 0	414	211	10	221	53	38.2	767
2) 2	458	242	11	253	55	38.4	746
3) 4	503	239	23	262	52	36.6	760
4) 6	511	219	15	234	46	36.5	744
5) 8	530	195	23	218	41	36.1	743
6) 12	541	182	30	212	39	35.4	728

Table 3. The analysis of variance for Grain yield

	D.F.	s.s	.m.s.	F
Total	9	4,270		
Block	1	12		
Treatment	4	3,037	759	2.49
1st order term	1		125	—
2nd order term	1		2,527	8.28*
3rd order term	1		245	—
Residual term	1		140	—
Error	4	1,221	305	

は減収し、Table 3 の子実重分散分析結果でも、収量曲線が彎曲していることを示す二次項のみに有意な F 値が得られている。このことについては窒素施用量が増すにしたがって、赤かび病の発生や倒伏がますますといった登熟障害の増加が関係しているものと考え。なお、収量についての二次曲線を窒素量 0～8 kg の範囲で計算し Table 4 に示

Table 4. A quadratic curve for yield and application rate of N

	Aquadratic curve	m	n
Straw yield	$Y=483+28.5x-6.2(x^2-2)$	414	8.6
Grain yield	$Y=238-2.5x-9.6(x^2-2)$	224	3.7

Remarks ; X, Y, m and n have the same meaning as the report Part I

した。

4. 収量と生産形質との関係

収量と生産諸形質との関係を見やすくするため、両者の調査結果につき無窒素区の値を 100 とした場合の指数を Table 5 に示し、Table 6 には両者間の相関係数を求めた。草丈・穂長・穂数など栄養生長量に関係する要素は、窒素施用量の増加に伴って増す傾向があり、無窒素区を 100 とした場合の指数の変化は、草丈に比し穂数において

Table 5. Investigated results (relative proportion) on growth and yield

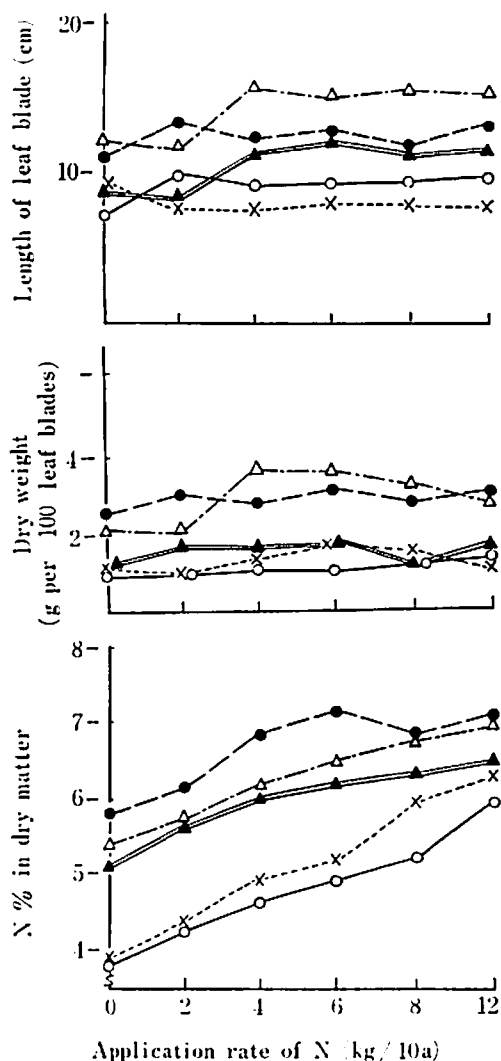
Application rate of N (kg/10a)	Grain yield (B)	Straw Yield (A)	B/A	Height	Length of Ear	Number of Ears	Weight of 1000 grains
1) N : 0	100	100	100	100	100	100	100
2) 2	115	110	104	101	102	123	101
3) 4	119	122	98	101	105	127	96
4) 6	106	124	87	101	104	139	96
5) 8	99	128	77	103	114	126	95
6) 12	96	131	74	98	107	133	93

Remarks ; No nitrogen plot was taken as basis.

Table 6. The correlation coefficients between yield and agronomic characteristics

	Height	Length of Ear	Number of Ears	Weight of 1000 grains
Grain yield	0.427	0.000	0.405	0.038
Straw yield	0.352	-0.024	0.816**	-0.442

Fig. 1. Length, dry weight and N concentration of leaf blade sampled at 2 Jun.



- x--- Leaf blade of the 1st leaf
 ---△--- Leaf blade of the 2nd leaf
 ---●--- Leaf blade of the 3rd leaf
 —▲— Leaf blade of the 4th leaf
 —○— Leaf blade of the 5th leaf

大きく相関係数も茎葉重と穂数の間には有意な値が得られた。一方、子実重歩合・千粒重など生殖生長量に關係する要素は窒素2kg区で最高となっており、子実重は栄養生長と生殖生長とのからみあいから4kg施用区で最高値を示している。

5. 窒素の吸収利用

(1) 生育初期の調査

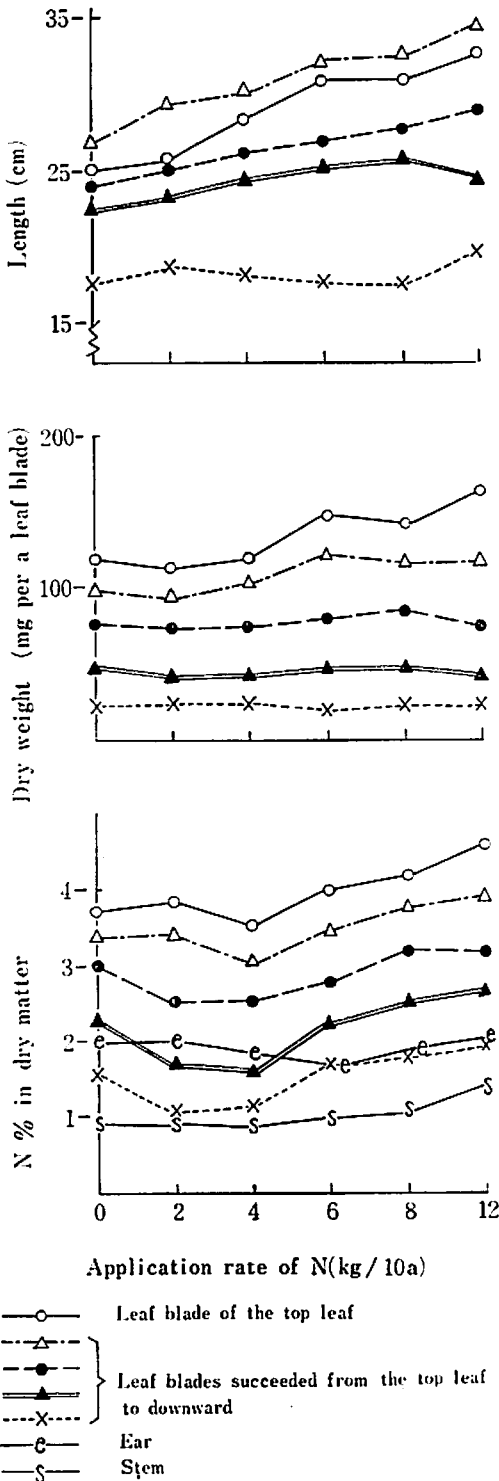
播種後33日目の6月2日に葉位別に葉身を採取し葉身長・乾重・窒素含有率の測定を行ない結果をFig. 1に示した。この時期における主稈葉数による生育の進み方は窒素4kg施用区が最も早く、また各区とも5葉中期のものが多い。葉身長は葉位別には $1 < 5 < 2 < 3 < 4$ と順次し最古葉と最若葉が短く、処理区別にみると第1葉は無窒素区が長いが2葉以上では無窒素区は短い。葉身重は葉身長と似て $5 < 1 < 2 < 3 < 4$ と続き第3・4葉が重く処理区別では窒素6kg区が、第4葉は窒素4kg、第5葉は窒素2kg区が他区より重かった。

窒素含有率は葉位別に $5 < 1 < 2 < 4 < 3$ と順次し各葉位とも窒素施用量の増加に伴い直線的に増加がみられた。

(2) 生育中期の調査

出穂後10日ころの7月15日に各区一斉に試料採取を行なって、葉位別に葉身長・葉身乾重・窒素含有率の調査を行ない、結果をFig. 2に示した。なお、この時期における葉身の黄変部分の割合は、止葉で5%，次下葉（-1葉）で15%，-2葉で40%，-3葉で80%，-4葉で100%近くみられ、肥料処理間における差はきわめて小さい。葉身長は葉位別にみると、-4葉 $\ll$ -3葉 $<$ -2葉 $<$ 止葉 $<$ -1葉の順に長く、また窒素施用量の増加に伴い各葉位とも葉身は長くなり、その程度は上位葉ほど大きい。乾物重ならびに窒素含有率はともに葉位別には-4葉 $<$ -3葉 $<$ -2葉 $<$ -1

Fig. 2. Length, dry weight and N concentration of leaf blades sampled at 15 Jul.



葉く止葉の順に高い値を示すものの、窒素施用量の増加に伴う変化をみるに、乾物重は止葉・次下葉で窒素 4 kg 以上施用の場合に増加がみられるが、それ以下の下葉ではほとんど変化がなく、また窒素含有率は 4 kg 施用区に谷があり、前後に向かって高い値を示し、その変化の傾向は各葉位とも似ている。なお、穂部の窒素含有率は大体 2 % 以下であり、窒素施用量増加に伴う一定の変化傾向はみられなく、茎部では 1 % 前後であり、窒素多施の区でいく分高い傾向がみられた。

(3) 成熟期の調査

1) 窒素含有率 子実・茎葉中の窒素含有率ならびに無窒素区に対する比率を Table 7 に示した。子実部の窒素含有率は当然茎葉部より高い値を示すが、窒素 12 kg 区を除きほとんど処理間に変化がみられないのに対して、茎葉部では窒素施用量の増加に伴い著しい増加がみられた。

2) 窒素吸収総量 子実と茎葉について、収量と窒素含有率から吸収総量を算出し Table 8 にかかげた。施用量の増加にしたがって 4 kg 施用区までは吸収量も増すが、それ以上の多用区でもほぼ同等の吸収量を示している。なお、この中で子実部の吸収量は窒素 4 kg 区で最高となるが、茎葉部の吸収量は最高施用量の 12 kg 区まで増し続ける。また子実への移行率は窒素施用量の少ない区ほど高い値を示している。

3) 吸収窒素と収量との関係 第 1 報の秋播小麦の場合と同じく石塚・田中の方法により窒素含有率と収量との関係図を Fig. 3 に示した。

子実重では比較的に施用窒素量の少ない段階

Fig. 3. Correlation of the amount of nitrogen supplied to yield and content of nitrogen

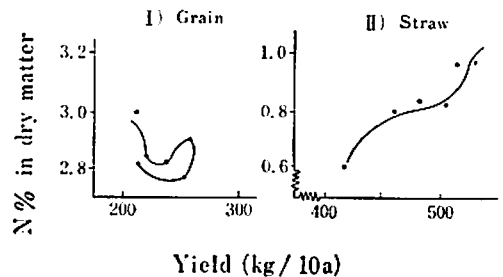


Table 7. Nitrogen concentration

Application rate of N (kg/10a)	Grain		Straw	
	Nitrogen concentration (%)	Index	Nitrogen concentration (%)	Index
1) N : 0	2.83	100	0.60	100
2) 2	2.76	98	0.80	133
3) 4	2.91	103	0.83	138
4) 6	2.80	99	0.96	160
5) 8	2.83	100	0.98	163
6) 12	3.03	107	1.01	168

Table 8. Nitrogen uptake by spring wheat

Application rate of N (kg/10a)	Amount of absorption				A/B
	Grain(A)	Straw	Total(B)	Index	
1) N : 0	6.25	2.48	8.73	100	72
2) 2	6.97	3.66	10.63	122	66
3) 4	7.65	4.18	11.83	135	65
4) 6	6.53	4.91	11.44	131	57
5) 8	6.18	5.20	11.38	130	54
6) 12	6.42	5.47	11.89	136	54

で、過剰状態への移行が明らかにみられ、図からは窒素4kgが最適施肥量と認められるが、茎葉重は子実重と異なり、窒素施用量の最高段階まで収量と窒素含有率がともに増加するため、過剰状態への彎曲点は求められなかった。

4) 窒素の吸収率 窒素施用量別の吸収率と吸収窒素の子実生産能力を Table 9 に示した。吸収率は95~26%となっており、施用窒素量の増加とともに急激に低下がみられ、適量と思われる4kg区

Table 9. Rate of nitrogen absorption

Application rate of N (kg/10a)	Rate of nitrogen absorption (%)	A	B (kg)
1) N : 0	—	25	3.95
2) 2	95.0	24	4.22
3) 4	77.5	22	4.52
4) 6	45.1	20	4.91
5) 8	33.1	19	5.22
6) 12	26.3	18	5.62

Remarks : A ; Grain yielding for a unit of nitrogen absorbed
B ; Nitrogen amount to produce 100kg of grain

では77%と島上ら⁶⁾が得た値47~50%に比しかなり高い値を示した。吸収窒素1kg当たり子実生産量は25~18kgで、従来の成績²⁾による41~31kgよりかなり低く、島上らが春播小麦で得た31~25kgよりもいく分低いことには、赤かび病の多発が関係するものと考ええる。なお、逆に子実100kg生産に必要な吸収窒素量は4~5.9kgと高く、また施用量の増加に伴って増している。

6. 窒素施用量と無機要素吸収量

成熟期の子実と茎葉について磷酸・加里・石灰・苦土の含有率ならびに吸収総量を Table 10 に示した。窒素施用量の増加により、茎葉中の粗灰分含有率は9.60, 9.48, 9.44, 8.98, 8.76, 8.55%と低下し、窒素含有率の増加とは逆の傾向がみられた。子実の無機要素含有率は茎葉に比べて変化の幅が小さく、一定の値をもつようであり、また無窒素区では他区に比べて茎葉中の加里・石灰含有率は高く、磷酸・苦土含有率は低い。なお、要素の含有率は秋播小麦に比べて、春播小麦は子実で磷酸・石灰・苦土が高く、加里は低く、また茎葉では磷酸・加里・苦土が高く石灰は低かった。

吸収総量をみるに、磷酸では窒素施用量の増加に伴う子実重の変化と似て、窒素4kg施用区が最大値を示し、加里吸収量は窒素多施区でやや高い値を示し、島上ら⁶⁾の報告に比べて加里吸収量が窒素とともに著しく多いのが特徴的である。子実への移行率ならびに子実100kg生産のために吸収した要素量については、前報の秋播小麦と比較すると、「ホクエイ」よりも子実重の少なかった「北成4号」に近い値を示した。

Table 10. Absorption of nutrient elements at harvesting stage

	Application rate of N (kg/10a)	Concentration of each element (% in dry matter)		Total amount of absorption	Translocated ratio to grain part	Amount of nut- rient elements to produce 100 kg of grain
		Grain	Straw			
P ₂ O ₅	N : 0	0.75	0.19	2.38	71	1.08
	2	0.68	0.33	3.08	57	1.22
	4	0.79	0.33	3.54	59	1.35
	6	0.76	0.30	3.17	56	1.36
	8	0.78	0.29	3.08	55	1.41
	12	0.76	0.32	3.18	51	1.50
K ₂ O	N : 0	0.42	2.70	10.66	8	4.82
	2	0.40	2.13	9.54	9	3.77
	4	0.45	1.96	9.81	11	3.75
	6	0.47	2.42	11.94	8	5.10
	8	0.46	2.33	11.80	7	5.41
	12	0.43	2.25	11.69	7	5.51
CaO	N : 0	0.07	0.25	1.04	13	0.47
	2	0.07	0.17	0.84	18	0.33
	4	0.06	0.15	0.79	17	0.30
	6	0.06	0.12	0.68	18	0.29
	8	0.05	0.17	0.89	10	0.41
	12	0.05	0.20	1.06	9	0.50
MgO	N : 0	0.14	0.19	0.97	28	0.44
	2	0.15	0.29	1.52	22	0.60
	4	0.16	0.26	1.53	24	0.58
	6	0.17	0.27	1.58	20	0.68
	8	0.18	0.20	1.31	27	0.60
	12	0.15	0.25	1.47	19	0.69

Ⅳ 考 察

春播小麦は秋播小麦に比べて一般に低収である反面、パン用小麦として高蛋白質のものが生産されやすいので、品種改良、栽培法の一層の改善により輪作体系の中の基幹作物の1つとして伸びる余地が考えられる。さて、供試した「キタミハルコムギ」は穂重型品種と考えられ、窒素施用量の増加とともに莖数ばかりでなく、穂長の増加が目立つにかかわらず、倒伏もほとんどみられず、収量構成要素からは窒素の施与適量が高いところにあると考えられる。しかし子実重については、

本年は多湿の傾向があり、熟期が遅れ、赤かび病の発生がやや多く登熟障害がみられ窒素4kg施用で最高子実収量を示し、それ以上の施肥量では子実重の低下がみられた。

春播小麦についての窒素用量試験は古く、大正時代に行なわれたもの²⁾があるものの、窒素施用量と子実収量との関係を見るにとどまっていたが、近年に至り栄養生理的な面を含めた検討が行なわれるようになった。すなわち、串崎⁴⁾は北海道主要農作物の肥料要素吸収に関する一連試験の1つとして春播小麦を用い生育経過に伴う肥料要素の吸収変化を調査し、その後島上・串崎⁵⁾は

春播小麦に対し三要素用量が生育・収量ならびに無機組成におよぼす影響を調査した。そして窒素施用量をますと体内の窒素濃度は増し、その程度は生育の各時期によりいく分異なっており、また子実重については窒素6kg施用で最高収量を示し、子実重と子実中窒素含有率との関連図から、正常状態から過剰状態への転換は窒素12kg以上の点で行なわれるとした。本試験においても発芽期・幼穂形成期・開花期・成熟期と生育が進むにしたがって、形態的な生育量の最大値を示す点ならびに体内窒素含有率の急増する点の窒素施用量は増加することがみられた。なお、子実重については、窒素4kg区が最高収量を示すとともに、過剰状態への彎曲点となっており、島上らの琴似沖積土での成績より低い値を示しているが、当試験ほの土壤中における可給態窒素含量の多いことが原因となっていると考えられる。なお、「キタミハルコムギ」は中間質であるが、春播小麦であって、出穂後10日過ぎの葉身の窒素濃度も秋播小麦の場合より高く、成熟期の子実の窒素含有率も著しく高い。このように品質の面において春播小麦は秋播小麦よりまさるが、窒素施用量をました場合に収量の頭打ちが早くあらわれ、多用のときの窒素吸収率の低下が大きく、窒素の適量は秋播小麦の場合より少ない。しかし近年春播小麦の多収化の方法として密条播がとりあげられつつあり、この場合には窒素の適量は増すものとする。

V 摘 要

前報に引続き春播小麦「キタミハルコムギ」を用いて行なった窒素用量試験について、生育・収量ならびに無機養分吸収などの調査を行なったので、結果を要約すると次のとおりである。

1. 窒素施用量の増加に伴う収量構成要素の変化をみるに、穂数の増加率は穂長のそれより大きく、莖葉重と穂数とは有意な相関をみとめた。
2. 子実重歩合・千粒重などは登熟条件に影響され、窒素2kgで最高となった。
3. 幼穂形成期・開花期に葉別葉身の窒素含有率を調査し窒素施用量の増加に伴い、一定の変化傾向のあることを認めた。

4. 子実収量と窒素含有率との関係図より、窒素4kgが最適施肥量と考えられ、吸収率は窒素施用量の増加とは逆に急激に減少し、最適施肥量区では77%であった。

5. 成熟期に磷酸・加里・石灰・苦土の吸収量を調査したが、窒素施用量の増加に伴う吸収量の変化は要素別に異なった。

文 献

- 1) 北海道, 1966; 新しい麦作
- 2) 北海道農業試験場, 1940; 施肥基準設定上の参考資料
- 3) 北海道立農業試験場資料第3号, 1960; 農作物優良品種の解説, P25.
- 4) 串崎光男・星忍・伊藤邦男, 1961; 北海道における重要農作物の肥料要素吸収量に関する試験, 北農28:5
- 5) 佐々木正剛, 1948; 麦類の栽培, 北農叢書
- 6) 島上英雄・串崎光男, 1962; 春播小麦に対する三要素用量試験, 北試彙報 P77.

Summary

In the previous report, the author studied the responses of winter wheat to various application rates of nitrogen and in this paper, reported the results of experiments with Spring wheat conducted by the same methods as the first study.

The results were summarized as follows :

- 1) In proportion to the increasing application rate of nitrogen, the number of tillers and the length of ears increased, but the weight of 1,000 grains, the ratio of grain yield to total yield, and the rate of nitrogen absorption decreased.
- 2) Considering the yield and nitrogen concentration of grain, the proper application rate of nitrogen was estimated as 4 kg per 10 are.
- 3) In addition to the study of nitrogen concentration in the leaf blade at ear forming and flowering stages, the absorption on phosphorus, potassium, calcium and, magnesium at harvesting stage were studied.