

醸造用二条大麦におよぼす時期別 窒素追肥の影響について

野 中 義 郎

I 緒 言

二条大麦は、ビールの原料として、その醸造に適する良質のものであることがつねに望まれている。しかしながら栽培的にみると、その収量は窒素の施用量によって支配される面が大きく、品質と相反した関係にあることが認められている⁹⁾。それらは窒素の施用法によっても変動すると考えられるので、窒素の時期別追肥の影響について検討する。従来の二条大麦に対する窒素追肥に関する研究¹⁰⁾では、追肥は穀粒の蛋白含量を高めるとし、実際栽培においても、全量基肥で施用し、しかも、窒素の施用量を少なめにするのが慣行となっている。また最近では野々村の報告¹⁴⁾がある。しかし、これらの研究は断片的なきらいがあり、窒素の追肥時期とその体内における変動とも関連して、生育、収量および品質についての総合した関係についてはなお不十分な点がみられる。また地域的な差異についても考慮する必要があると考えられる。そこで本試験は品質の変異に主眼をおき、生育段階に応じて窒素を追肥し、その影響について検討した。

本試験の実施にあたり、終始御助言をいただいた当分場長中山保博博士に厚く感謝の意を表するとともに、本試験は現本場土壤肥料部技師雀見晏伺により創始され、現醸造試験所技師古谷野朝昭が一部を担当した。

II 試 験 方 法

窒素の施用量は無窒素区を除いてすべて一定とし、窒素の追肥時期を4回に分けた試験区群を作り、1958年10月から1962年の6月までの4ヶ年間、同一設計ならびに同一ほ場において試験を実施し、生育、収量および品質について調査成績を得た。さらに1958年度と1961年度に、播種したものについては、時期別に試料を採取分析した。実際におこなった試験の条件はつぎのとおりである。

1 栽培の概要

- (1) 試験ほ場; 栃木県農業試験場南河内分場畑ほ場、土壤は、火山性洪積台地土壤で排水良好な埴壤土。
- (2) 供試品種; 栃木ゴールデンメロン1号。
- (3) 試験区の構成; 1区面積1.26a, 3区分制, 無

窒素区以外は三要素を成分でa当り0.8kgとし、窒素の追肥時期を、第1回は12月中旬(分けつ初期)、第2回は1月中旬(分けつ最盛期)、これらの追肥は寒肥に相当する、第3回は3月初旬(幼穂形成期)、これは穂肥に当る、第4回は4月初旬(幼穂伸長期)の4回に分け、窒素の基肥割合は6ならびに4の2段階、追肥回数を1回および2回分施のグループに分け、それぞれの組合せによる追肥区16区、それに無窒素区、全量基肥区および全量追区の計19区を設けた。

(4) 耕種概要、窒素の追肥はそれぞれの時期に0.1%の硫酸液にして与えた。つねに60cm, 株間7.5cm, 2条1粒まき、は種期は10月下旬、 P_2O_5 (ようりん)、 K_2O (塩加)は基肥、堆肥a当り75kg。供試作物の前作物(夏作物)は1958年ソバ、1959年陸稲、1960年ソバ、1961年小豆であった。

2 品質調査法と採取試料の分析方法

(1) 品質調査法

各処理区より得られた精麦から任意にサンプリングし調査した。

- (a) 粒重; 木や製1粒測定器で測定した。
- (b) 千粒重; 穀粒計数板を用いて大麦3000粒の重量を求め、3で割って千粒重とした。
- (c) 選粒歩合; スタイネッカーの選粒機を用いて2.5mmの篩に残ったものを%で表わした。
- (d) 穀皮; 2.5mm以上の粒についてラッフの方法により定量。

(e) 粗蛋白質; 2.5mm以上の粒について塩入、奥田改良ケルダール法により全窒素を定量し、それに係数6.25を乗じた積を粗蛋白質量とした。

(2) 採取試料の分析方法

晴天の午前10時に試料を採取し、ただちに95°~100°Cで30分間 *killing* し、65°Cで通風乾燥後細断粉砕し分析に供した。分析法はつぎのとおり。

- (a) 全窒素; 塩入、奥田改良ケルダール法。
- (b) 蛋白態窒素; 全窒素より全水溶性窒素を差引いた値°。
- (c) 全水溶性窒素; 温水(82~85°C)抽出、その窒素をセミマイクロケルダール法で定量。

Ⅲ 試験経過の概要

本試験は4ケ年間実施したが、その生育状況が年次により異なるので、経過概要を記述する。

1 1958年度；発芽は順調であったが11月中旬から急激に気温が低下し、12月、1月も続いて低温に経過したため、草丈、茎数は抑制され、とくに1月に入り降雪があり、融雪がおくれ、生育は停たいた。しかし2月には天候の回復に伴い生育も進み、4月上旬の高温により、草丈および茎数はほぼ平年並になり、出穂は早かった。5月以後は降雨少なく成熟は良好であった。

2 1959年度；3月までは一般に気温は高温に経過したため生育は非常に進み、茎数の増加がみられた。3月から4月にかけて数回低温の日があったため凍霜害を受けた。出穂および成熟期はややおくれたが、好

天候に恵まれた。

3 1960年度；12月から1月にかけて、低温、乾燥に過ぎたため少肥のものは寒害を受けた。また葉先黄変し、枯死するものが現われた。3月まで乾燥が著るしかったため生育は抑制され、草丈および茎数は低目であった。しかし、4月に入り高温と適度の降雨をみたため生育は大いに促進された。成熟期はやや早く、倒伏はなく収穫期は好天候であった。

4 1961年度；3月下旬まで気温はやや高目に経過し、降水量少なかったが、5月～6月は連日降雨をみたのが生育時の気象の経過であった。出穂までの生育は草丈やや低かったが、分けつが盛んで比較的順調な生育を示した。出穂後は稈長の伸長が著るしく、5月下旬には長雨をみたため、ほとんどの区が倒伏し、成熟期も雨が続いたため稔実が悪かった。

第1表 生育調査(4ケ年)

分 割 合	追肥	追肥	年 次	12 月		3 月		成 熟 期			出穂期	倒 伏
				草 丈 (cm)	茎 数 (本)	草 丈 (cm)	茎 数 (本)	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数 (本)		
0	0	—	1958	14	26	17	171	66	5.8	54	4.29	—
			1959	18	103	22	241	89	6.1	90	5.3	—
			1960	11	22	10	125	57	6.7	49	5.18	—
			1961	16	100	17	278	113	7.0	157	5.2	△
			平均	15	63	17	204	81	6.4	88	5.6	—
10	0	—	1958	16	42	28	277	108	5.4	113	4.25	—
			1959	20	128	25	272	131	6.9	143	5.3	—
			1960	16	106	23	353	115	6.8	133	5.4	—
			1961	16	115	18	327	120	6.9	186	5.2	多
			平均	17	98	24	307	119	6.5	144	5.1	—
0	4:3:3	1.2.3	1958	14	22	21	242	104	7.1	95	4.27	—
			1959	18	101	23	218	122	7.2	146	5.3	—
			1960	11	39	12	107	101	8.1	109	5.18	—
			1961	15	95	16	333	121	7.0	144	5.4	中
			平均	15	64	18	225	112	7.4	124	5.6	—
6	4	1	1958	16	50	27	241	107	6.3	99	4.25	—
			1959	19	126	24	243	119	7.0	138	5.3	—
			1960	16	98	19	333	109	6.9	130	5.4	—
			1961	16	116	18	332	118	6.7	171	5.2	中
			平均	17	98	22	287	113	6.7	135	5.1	—
6	4	2	1958	16	51	27	255	109	6.4	114	4.25	—
			1959	19	130	23	266	123	7.1	136	5.3	—
			1960	15	98	21	291	108	6.9	127	5.4	—
			1961	16	117	17	340	119	6.8	172	5.2	中
			平均	17	99	22	288	115	6.8	137	5.1	—

6	4	3	1958	16	49	26	268	111	6.5	112	4.25	—
			1959	20	135	25	264	122	7.3	144	5.3	—
			1960	16	111	19	323	108	7.0	135	5.3	—
			1961	16	123	19	310	122	6.9	175	5.3	多
			平均	17	105	22	291	116	6.9	142	5.1	—
6	4	4	1958	17	45	26	265	104	6.6	94	4.25	—
			1959	20	130	24	250	120	7.1	142	5.2	—
			1960	15	107	20	330	110	6.9	132	5.4	—
			1961	16	113	18	349	121	6.8	170	5.1	中
			平均	17	99	22	299	114	6.9	135	5.1	—
4	6	1	1958	16	45	26	249	103	6.6	104	4.25	—
			1959	20	144	23	257	116	7.0	135	5.3	—
			1960	15	101	17	302	105	7.1	129	5.4	—
			1961	16	111	18	336	123	7.0	177	5.3	中
			平均	17	100	21	286	112	6.9	149	5.1	—
4	6	2	1958	16	47	26	257	110	6.6	114	4.25	—
			1959	20	131	24	236	118	7.3	128	5.3	—
			1960	15	97	18	302	105	7.0	125	5.4	—
			1961	16	123	16	323	120	6.8	163	5.1	多
			平均	17	100	21	280	113	6.9	133	5.1	—
4	6	3	1958	16	47	24	226	108	6.7	109	4.24	—
			1959	20	127	25	237	128	7.2	146	5.3	—
			1960	15	106	20	289	113	7.2	139	5.4	—
			1961	16	116	19	316	124	7.1	170	5.2	中
			平均	17	99	22	267	118	7.1	141	5.1	—
4	6	4	1958	16	44	25	238	99	6.5	92	4.25	—
			1959	20	129	23	233	110	6.9	121	5.2	—
			1960	15	101	17	258	106	6.8	118	5.4	—
			1961	16	119	19	287	120	7.0	171	5.1	中
			平均	17	98	21	254	109	6.8	126	5.1	—

(注) 1. 追肥時期の1は12月中旬, 2は1月中旬, 3は3月上旬および4は4月上旬。 2. 基数は50cm間

Ⅲ 試験結果

1 生育調査

4ヶ年間の成績結果を第1表に示す。2回追肥区についても調査したが、処理区間に差異が少ないので省略した。まず、この表から年次差の大きいことが認められる。1958年度および1960年度は類似した傾向を示し、稈長低く、穂数も少ないが全般的に順調な生育を示した。1959年度は生育の途中で凍害を受けた。その程度は、無窒素区、全量追肥区を除き約30%の幼穂凍死率であった。1961年度はほとんどの区が倒伏した。倒伏と処理区間の関係は判然とはしないが、全量基肥区、1月および3月追肥区の倒伏が多く、12月と4月追肥区は少ない傾向にあった。つぎに処理区間につい

てみると、追肥時期で、概して基数および穂数の増加に効果のあったのは3月追肥で、稈長もわずかに高くなっている。しかし生育は、各区間に大差は認められず、6割基肥区と4割基肥区の間では6割基肥区がややよいようだが、有意差はない。また、追肥回数を増してもその効果は認められなかった。いずれの分施肥も全量基肥区と同等か、それ以下であった。

2 収量調査

収量調査でも、生育調査結果と同じように年次間差が大きく処理区間差は少なかった。第1表および第2表から、精麦重は穂数との相関が高く、穂数の少なかった1958年度および1960年度は低収となり、1959年ならびに1961年度は、それぞれ凍霜害および倒伏を受けても高収量を示した。処理区間との関係を見ると4ヶ

第 2 表

収 量 調 査 (4ヶ年)

(kg/a)

分施肥割合		追肥 時期	麦 稈 重				精 麦 重					屑 麦 重				
基肥	追肥		1958	1959	1960	平均	1958	1959	1960	1961	平均	1958	1959	1960	1961	平均
0	0	—	13.0	36.8	12.1	20.6	7.0	18.8	3.2	32.9	15.5	1.9	0.3	0.2	0.3	0.68
10	0	—	50.7	65.3	59.6	58.5	31.2	38.9	38.0	39.6	36.9	2.9	1.4	0.1	2.9	1.83
0	4:3:3	1.2:3	42.2	56.0	32.1	43.4	27.1	37.1	12.3	36.6	28.3	10.0	0.2	0.4	2.6	3.30
6	4	1	60.1	60.5	46.3	55.6	31.6	36.3	30.8	37.5	34.1	3.3	0.9	0.2	2.1	1.63
		2	53.1	61.8	44.2	53.0	32.1	38.0	31.5	38.4	35.0	9.2	0.2	0.1	1.7	2.30
		3	52.3	61.5	47.5	53.8	32.9	37.3	34.2	40.4	36.2	5.0	1.0	0.1	2.6	2.18
		4	44.3	58.0	44.6	49.0	30.6	36.9	36.3	40.7	36.1	7.0	1.4	0.1	1.6	2.53
4	6	1	50.7	60.8	43.8	51.8	30.5	37.2	29.9	36.3	33.5	8.2	0.9	0.1	1.1	2.58
		2	54.8	55.0	42.1	50.6	32.3	35.9	27.8	40.3	34.1	5.8	0.5	0.2	1.3	1.95
		3	45.3	59.3	49.6	51.4	31.4	37.5	33.8	36.9	34.9	4.6	1.5	0.1	1.9	2.03
		4	40.9	43.8	40.0	41.6	29.5	33.2	31.4	39.7	33.5	5.0	0.9	0.1	1.3	1.83
6	2:2	1.2	53.8	54.5	43.8	50.7	31.4	33.3	29.8	38.0	33.1	4.6	1.3	0.5	2.5	2.23
		2.3	51.0	66.8	50.0	55.9	31.9	38.1	34.1	40.0	36.0	8.8	0.7	0.2	2.8	3.13
		2.4	47.8	56.3	45.4	49.8	31.4	37.5	32.6	39.9	35.4	4.8	0.6	0.1	1.3	1.70
		3.4	44.9	55.0	49.2	49.7	30.7	36.3	36.1	40.9	36.0	3.1	1.0	0.1	1.3	1.38
4	3:3	1.2	51.1	60.5	43.4	51.7	29.8	39.2	26.8	39.8	33.9	9.8	1.0	0.1	1.1	3.00
		2.3	49.4	61.0	44.2	51.5	32.6	35.5	31.8	40.8	35.2	5.4	0.9	0.2	1.6	2.03
		2.4	45.9	58.3	42.9	49.0	32.3	36.8	32.4	37.9	34.9	2.3	0.6	0.2	1.9	1.25
		3.4	44.1	52.0	45.8	47.3	32.0	36.9	34.9	40.8	36.2	3.8	0.7	0.2	1.2	1.48

(注) 追肥時期で、1は12月中旬、2は1月中旬、3は3月上旬および4は4月上旬

年とも類似した傾向を示しているが、区間差の程度は年次によりかなり異なる。1960年度は、処理区間の差が最もはっきりした年次であり、その他の3ヶ年はともにその差が少なかった。追肥時期では、12月追肥<1月追肥<3月追肥の順に収量は増加の傾向にあるが、区間差はわずかである。4月追肥はその他の区よりやや劣り、麦稈重はとくに劣った。さらに窒素の追肥回数の増加の効果と同よう、基肥割合を多くした区がやや良いようだが、それらの処理区間差は判然としなかった。また全量基肥区と追肥区を比較すると、全量追肥区は非常に劣るが、その他の分施肥区との間には有意差は認められなかった。

3 品質調査

調査成績を第3表および第4表に示す。本報において品質とは、穀粒について、 ℓ 重、千粒重、選粒歩合、穀皮含量および粗蛋白含量より判断したものの総称である。²¹¹⁾品質調査においても、生育および収量調査と同よう、年次間差はまぬかれなかった、処理区間によってその程度はやや異なるが、1958年度および1960年度は比較的良く、1959年、1961年の両年度はそれぞれ凍霜害および倒伏の結果、品質不良となった年次で

ある。千粒重ならびに選粒歩合についてみると、1960年度は両者とも良好であるが、1958年度は千粒重は重い、選粒歩合が悪かった。しかし1959年度および1961年度は両形質ともに非常に劣った年次である。これら両形質の間にはかなり相関が高いが、このように年次によりそれらの性質が相異ってくるのが認められた。粗蛋白含量は、1958年度がとくに低く、1961年度は倒伏の影響を受け、非常に高い粗蛋白含量を示した。穀皮含量もわずかに高かった。このように品質において年次間の変異があったが、処理区別にみると、時期別窒素追肥の影響もかなり認められた。すなわちその追肥時期をおそくするにしたがい粗蛋白含量は高くなり、差はわずかであるが、 ℓ 重、千粒重および選粒歩合は1月と4月追肥区がよく、12月および3月追肥区は劣った。とくに、12月追肥区はやや粗蛋白含量が低かったが、理学的劣り、4月追肥区は穀粒の理学的性質はよくなるが、粗蛋白含量が高まり、品質は相対的に劣った。つぎに4割基肥のうち2回追肥区は概して粗蛋白含量は高かったが、全量追肥区を除き、基肥量の相違による影響は認められず、窒素の追肥回数を増しても、その効果は少なかった。

第 3 表

穀粒の理学的性質 (4ヶ年)

分施割合		追肥 時期	粒 重 (g)					千粒重 (g)					選粒歩合 (2.5mm以上劣)				
基肥	追肥		1958	1959	1960	1961	平均	1958	1959	1960	1661	平均	1958	1959	1960	1961	平均
0	0	—	700	623	610	664	649	39.5	32.9	38.6	40.4	37.9	70.6	39.3	52.1	82.7	61.2
10	0	—	681	664	700	611	664	37.4	35.0	38.6	34.4	36.4	54.6	32.6	68.3	55.0	52.5
0	4:3:3	1.2.3	684	669	591	629	643	39.5	35.4	34.5	35.6	36.3	59.3	44.3	40.7	60.4	51.2
6	4	1	673	661	685	613	658	37.6	34.8	38.5	33.3	36.1	47.9	37.8	52.7	51.0	47.4
		2	663	659	704	638	666	37.6	35.5	38.7	35.5	36.8	48.9	42.5	62.6	59.9	53.5
		3	655	670	689	628	661	37.1	35.3	38.0	34.5	36.2	51.4	52.2	58.9	43.0	51.4
		4	676	663	693	616	662	38.9	34.8	38.7	34.2	36.7	60.3	48.1	61.3	47.2	54.2
4	6	1	671	656	689	617	658	38.2	35.1	37.6	33.2	36.0	46.6	37.9	54.2	46.0	46.2
		2	663	667	693	635	665	37.6	35.6	38.9	35.4	36.9	49.8	49.6	61.3	54.8	53.9
		3	671	662	673	619	656	37.4	34.8	37.4	33.9	35.9	54.1	40.4	52.9	48.3	49.0
		4	668	671	685	625	661	39.2	36.0	39.9	36.9	38.0	63.3	49.0	65.1	64.7	60.5
6	2:2	1.2	679	655	685	625	661	36.5	34.6	37.6	33.0	35.4	42.4	32.7	59.4	51.3	46.5
		2.3	660	671	681	608	655	36.4	35.3	38.4	31.9	35.5	44.4	42.4	55.4	35.5	44.4
		2.4	685	672	668	631	664	37.8	36.0	38.7	35.4	37.0	52.8	59.7	68.6	53.3	58.6
		3.4	683	662	692	629	667	37.9	35.1	38.0	34.0	36.3	54.4	46.0	63.8	50.4	53.7
4	3:3	1.2	675	663	689	614	660	37.4	35.5	38.2	33.5	36.2	43.8	42.2	53.9	52.6	48.1
		2.3	667	666	685	633	663	37.2	35.4	37.3	34.6	36.1	42.9	48.6	57.8	49.7	49.8
		2.4	671	667	689	630	664	38.7	36.1	38.1	35.5	37.1	55.8	52.4	57.8	56.7	55.7
		3.4	672	661	669	627	657	38.4	35.3	38.9	35.3	37.0	57.3	45.2	67.2	53.6	55.8

(注) 追肥時期で、1は12月中旬、2は1月中旬、3は3月上旬および4は4月上旬

第 4 表

穀粒の穀皮と粗蛋白含量 (4ヶ年)

(無水物%)

分施割合		追肥 時期	穀 皮					全 窒 素					粗 蛋 白				
基肥	追肥		1958	1959	1960	1961	平均	1958	1959	1960	1961	平均	1958	1959	1960	1961	平均
0	0	—	8.5	9.3	8.4	9.2	8.9	1.97	1.54	2.59	1.75	1.96	12.31	9.62	16.24	10.93	12.28
10	0	—	8.7	6.9	8.1	9.2	8.2	1.45	1.81	1.86	1.98	1.78	9.06	11.27	11.62	12.36	11.08
0	4:3:3	1.2.3	8.6	8.1	8.5	8.4	8.4	1.65	1.82	2.31	2.02	1.95	10.31	11.39	14.43	12.65	12.20
6	4	1	8.9	8.0	8.3	9.2	8.6	1.45	1.74	1.84	1.96	1.75	9.06	10.90	11.51	12.25	10.93
		2	8.5	8.2	7.8	8.9	8.4	1.55	1.79	1.77	1.91	1.76	9.69	11.17	11.08	11.94	10.97
		3	8.9	8.8	8.3	8.9	8.7	1.49	1.76	1.84	1.94	1.76	9.31	11.00	11.49	12.10	10.98
		4	8.6	8.7	8.1	9.0	8.6	1.67	1.80	1.97	2.05	1.87	10.44	11.15	12.32	12.81	11.68
4	6	1	8.2	9.3	7.8	8.7	8.5	1.42	1.74	1.80	1.98	1.74	8.88	10.94	11.28	12.38	10.87
		2	8.7	8.3	9.4	9.5	9.0	1.53	1.66	1.89	2.01	1.77	9.56	10.37	11.81	12.54	11.07
		3	8.3	9.1	8.7	8.1	8.6	1.48	1.90	1.84	2.05	1.82	9.25	11.90	11.51	12.79	11.36
		4	8.0	8.6	8.5	8.9	8.5	1.82	1.84	2.01	2.11	1.95	11.38	11.44	12.59	13.16	12.14
6	2:2	1.2	8.6	9.0	8.3	9.0	8.7	1.40	1.62	1.88	2.01	1.73	8.75	10.15	11.76	12.55	10.80
		2.3	8.5	9.5	8.7	8.8	8.9	1.50	1.76	1.89	1.98	1.78	9.38	11.00	11.86	12.38	11.16
		2.4	8.8	8.3	8.3	8.0	7.4	1.44	1.74	1.83	1.98	1.75	9.00	10.69	11.41	12.35	10.92
		3.4	8.3	9.7	8.4	8.4	8.7	1.53	1.71	1.93	2.05	1.81	9.56	10.69	12.03	12.81	11.27
4	3:3	1.2	8.6	8.8	8.9	9.1	8.9	1.49	1.78	1.92	2.03	1.81	9.31	11.06	11.97	12.70	11.26
		2.3	8.3	8.2	8.7	8.6	8.5	1.49	1.71	1.91	1.99	1.78	9.31	10.77	11.94	12.43	11.11
		2.4	9.3	9.4	8.2	9.0	8.7	1.54	1.74	1.94	2.04	1.82	9.63	10.94	12.14	12.77	11.37
		3.4	8.7	9.4	7.5	9.1	8.7	1.63	1.66	1.94	2.02	1.81	10.19	10.39	12.14	12.64	11.34

(注) 追肥時期で、1は12月中旬、2は1月中旬、3は3月上旬および4は4月上旬

分施割合		追肥 時期	窒 素 の 形 態 別	試 料 採 取 月 日 と 部 位								
基肥	追肥			1月14日	3月9日	4月8日	4月30日(出穂)		5月19日(糊熟)		5月28日(完熟)	
				S	S	S	S	E	S	E	S	E
0	0	—	全 窒 素	4.42	2.88	1.58	0.84	1.28	0.49	1.23	0.35	1.41
			蛋白態窒素	2.35	2.15	1.16	0.64	0.90	0.33	0.97	0.21	1.20
			全水溶性窒素	2.07	0.73	0.42	0.20	0.38	0.15	0.27	0.14	0.21
10	0	—	全 窒 素	4.76	3.05	1.80	0.92	1.45	0.49	1.22	0.36	1.45
			蛋白態窒素	2.66	2.02	1.33	0.70	1.08	0.34	0.95	0.21	1.22
			全水溶性窒素	2.10	1.03	0.47	0.22	0.37	0.15	0.27	0.15	0.23
6	4	1	全 窒 素	5.18	3.18	1.84	0.92	1.47	0.47	1.23	0.33	1.27
			蛋白態窒素	2.82	1.88	1.29	0.71	1.07	0.27	1.00	0.17	1.08
			全水溶性窒素	2.36	1.30	0.55	0.21	0.40	0.20	0.23	0.16	0.19
		2	全 窒 素	4.78	3.48	1.95	0.92	1.44	0.55	1.31	0.33	1.30
			蛋白態窒素	2.54	2.19	1.41	0.71	1.06	0.38	1.04	0.18	1.13
			全水溶性窒素	2.24	1.29	0.54	0.21	0.38	0.17	0.27	0.15	0.17
		3	全 窒 素	4.58	2.94	2.19	1.06	1.55	0.54	1.31	0.31	1.38
			蛋白態窒素	2.62	2.02	1.62	0.84	1.15	0.34	1.06	1.16	1.22
			全水溶性窒素	1.96	0.92	0.57	0.22	0.40	0.20	0.25	0.15	0.16
		4	全 窒 素	4.57	3.00	1.43	1.19	1.61	0.63	1.34	0.36	1.55
			蛋白態窒素	2.60	2.09	0.96	0.95	1.22	0.46	1.09	0.20	1.37
			全水溶性窒素	1.97	0.91	0.47	0.24	0.39	0.17	0.25	0.16	0.18
4	6	1	全 窒 素	4.98	3.21	1.75	0.92	1.44	0.47	1.22	0.31	1.36
			蛋白態窒素	2.46	1.89	1.25	0.70	1.07	0.30	0.95	0.19	1.18
			全水溶性窒素	2.52	1.32	0.50	0.22	0.37	0.17	0.27	0.12	0.18
		2	全 窒 素	4.95	3.78	2.04	0.99	1.53	0.47	1.24	0.31	1.34
			蛋白態窒素	3.06	2.52	1.48	0.77	1.15	0.26	0.97	0.18	1.17
			全水溶性窒素	1.89	1.26	0.56	0.22	0.38	0.21	0.27	0.13	0.17
		3	全 窒 素	4.97	2.59	1.92	1.06	1.53	0.49	1.25	0.31	1.38
			蛋白態窒素	3.18	1.81	1.38	0.80	1.12	0.33	1.00	0.18	1.19
			全水溶性窒素	1.79	0.78	0.54	0.26	0.41	0.16	0.25	0.13	0.19
		4	全 窒 素	4.45	2.67	1.42	1.39	1.69	0.77	1.58	0.40	1.68
			蛋白態窒素	2.76	1.93	1.00	1.08	1.25	0.54	1.31	0.25	1.51
			全水溶性窒素	1.69	0.74	0.42	0.31	0.44	0.23	0.27	0.15	0.17

(注) 1. 追肥時期で1は12月中旬, 2は1月中旬, 3は3月上旬ならびに4は4月上旬。
 2. Sは茎, Eは穂

4 分析結果

1958年度と1961年度の分析結果をそれぞれ第5表および第6表に示す。基肥量を異にした一回のみの時期別窒素追肥区についての調査結果であるが、窒素の追肥時期の影響を検知することはできると考える。

(1) 1958年度

体内の窒素濃度は、窒素の時期別追肥の影響がよく表われ、追肥約1ヶ月後には、同一施肥量にかかわら

ず、全量基肥区より全窒素および全水溶性窒素、または蛋白態窒素は増大した。処理区別にみると、茎部において、1月14日の調査では、12月追肥区の窒素濃度が最高となり、とくに全水溶性窒素濃度が高くなっている。しかし分施割合の相違による変異は少ない。3月9日には1月追肥の効果が表われ、その区の窒素濃度が最高となった。つぎに4月8日の調査では、3月追肥区の窒素濃度が増大し、1月追肥区と並んだ。12月

追肥区は1月14日の高窒素含量にもかかわらず、全窒素濃度の低下が認められ、全量基肥区と同程度になった。4月追肥区は、無窒素区と同よう、非常に低い窒素含有率を示した。4月30日(出穂期)では、程において、全般に窒素濃度は低下しているが、4月追肥区の窒素の含有量は著しく高まり追肥の効果が認められた。しかしその他の区では、窒素追肥時期が早いほど、窒素化合物の濃度は低下する傾向を示し、初回の

追肥区は全量基肥区と同じ窒素濃度となった。穂においても、4月追肥区の窒素濃度は高かった。さらに5月19日(糊熟期)5月28日(完熟期)の調査においても4月30日より区間差は少なくなっているが、窒素の追肥時期がおそいほど窒素化合物の含有率は増大している。しかし、生育初期の窒素追肥区は生育が進むに従い、窒素濃度の減少する割合が高く、5月28日(完熟期)には稈および穂ともに低い窒素含有率となった。

第6表 各生育時期における窒素化合物の含有率 1961年度 (無水物%)

分施割合		追肥 時期	窒素の 形態別	試料採取月日と部位												
基肥	追肥			2月21日		3月26日		4月19日		5月8日(出穂)			5月28日 (糊熟)		6月7日 (完熟)	
				LS	L	LS	L	LS	L	LS	L	E	LS	E	LS	E
0	0	—	全窒素	3.78	3.78	3.66	3.80	1.37	2.87	1.04	2.72	1.85	0.61	1.56	0.38	1.54
			蛋白態窒素	1.72	2.79	2.42	2.84	0.95	2.23	0.79	2.22	1.32	0.44	1.36	0.28	1.44
			全水溶性窒素	2.06	0.99	1.24	0.96	0.42	0.64	0.25	0.50	0.53	0.17	0.20	0.10	0.10
10	0	—	全窒素	3.93	3.81	3.62	4.14	1.58	3.54	1.15	3.04	1.96	0.65	1.66	0.43	1.80
			蛋白態窒素	1.64	2.66	2.40	3.06	1.13	2.86	0.91	2.50	1.42	0.45	1.40	0.21	1.66
			全水溶性窒素	2.29	1.15	1.22	1.08	0.45	0.68	0.24	0.54	0.54	0.20	0.26	0.12	0.14
6	4	1	全窒素	4.02	3.97	3.42	4.30	1.57	3.66	1.05	2.96	1.90	0.60	1.55	0.41	1.65
			蛋白態窒素	1.93	2.84	2.18	3.29	1.02	2.86	0.77	2.48	1.37	0.40	1.30	0.26	1.51
			全水溶性窒素	2.09	1.14	1.24	1.01	0.55	0.80	0.28	0.48	0.53	0.20	0.25	0.15	0.17
		2	全窒素	4.09	3.98	3.32	4.40	1.56	3.64	1.04	2.71	1.92	0.62	1.55	0.42	1.75
			蛋白態窒素	1.91	2.84	2.12	3.29	1.12	2.91	0.76	2.18	1.42	0.41	1.29	0.20	1.57
			全水溶性窒素	2.18	1.14	1.20	1.11	0.47	0.73	0.28	0.53	0.50	0.21	0.26	0.12	0.18
		3	全窒素	3.91	3.80	3.04	4.32	1.70	3.76	1.05	3.03	1.98	0.65	1.58	0.45	1.87
			蛋白態窒素	1.74	3.61	1.88	3.17	1.22	2.98	0.77	2.54	1.43	0.44	1.29	0.30	1.68
			全水溶性窒素	2.17	1.19	1.16	1.15	0.48	0.78	0.28	0.49	0.55	0.21	0.29	0.15	0.19
		4	全窒素	3.93	3.78	3.08	4.31	1.54	3.54	1.21	3.31	2.01	0.68	1.59	0.50	1.89
			蛋白態窒素	2.02	2.62	1.83	3.27	1.08	2.79	0.88	2.75	1.48	0.46	1.31	0.34	1.72
			全水溶性窒素	1.91	1.16	1.25	1.04	0.46	0.75	0.33	0.56	0.53	0.22	0.28	0.16	0.17
4	6	1	全窒素	3.98	3.92	3.46	4.20	1.55	2.65	1.11	2.98	1.87	0.65	1.70	0.39	1.82
			蛋白態窒素	1.88	2.88	2.19	3.18	0.97	2.81	0.83	2.43	1.27	0.42	1.45	0.29	1.67
			全水溶性窒素	2.10	1.04	1.27	1.02	0.58	0.84	0.28	0.55	0.60	0.23	0.25	0.10	0.15
		2	全窒素	3.99	3.86	3.21	4.24	1.54	3.52	1.16	2.90	1.93	0.64	1.69	0.45	1.90
			蛋白態窒素	1.77	2.81	1.89	3.03	0.99	2.78	0.87	2.35	1.35	0.42	1.46	0.32	1.76
			全水溶性窒素	2.22	1.05	1.32	1.01	0.55	0.74	0.29	0.55	0.58	0.22	0.23	0.13	0.14
		3	全窒素	3.92	3.89	3.25	4.13	1.65	3.68	1.18	3.56	1.93	0.69	1.72	0.47	1.95
			蛋白態窒素	1.89	2.88	1.90	3.11	1.06	2.90	0.92	2.94	1.34	0.46	1.46	0.33	1.77
			全水溶性窒素	2.03	1.01	1.35	1.02	0.59	0.78	0.26	0.62	0.59	0.23	0.26	0.14	0.18
		4	全窒素	3.83	3.90	3.20	4.15	1.56	3.58	1.23	3.70	1.97	0.69	1.79	0.47	1.96
			蛋白態窒素	1.81	2.91	2.00	3.13	1.04	2.90	0.95	3.16	1.37	0.44	1.53	0.36	1.81
			全水溶性窒素	2.02	0.99	1.20	0.52	0.52	0.68	0.28	0.54	0.60	0.25	0.26	0.11	0.15

(注) 1. 追肥時期で、1は12月中旬、2は1月中旬、3は3月上旬および4は4月上旬
 2. LSは葉しょう+茎、Lは葉、Eは穂

このように生育初期の追肥による窒素濃度の増大は完熟期までは維持されなかった。完熟期に入っても体内の窒素濃度の高いのは、晩期追肥（穂肥）のみで、とくに4月追肥区は高かった。

(2) 1961年度

この年度には葉身の分析をも試みた。1958年度と比較して窒素の含有率は高く、そのためか、とくに出穂前における窒素濃度の処理区間差は少なくなっている。しかし、無窒素区が常に低い窒素濃度を示したのを除き、1958年度と同ような傾向が認められた。なお、葉身では窒素濃度は茎に比し高く、蛋白態窒素の比率が多くなっているが、処理区間では茎と類似した傾向にあった。このように体内の窒素化合物は窒素の追肥時期の影響を受けるが、年次間の変動も認められる。

V 考 察

従来、大麦、小麦および裸麦においては慣行的に12月および3月に窒素追肥がおこなわれ、またそれらについての報告も多数あって寒肥および穂肥の重要性が論じられている。醸造用二条大麦を用いておこなった本試験では、生育結果も同ようであるが、収量は12月および1月の窒素追肥の効果は少なく、3月追肥にかなりの可能性のあることが推察される。しかし同一施肥量の場合、いずれの時期の窒素追肥も全量基肥と有意差はなく、また分施割合の相違および追肥回数による差も少ない。このように窒素追肥の効果の表われない理由としては、1958年、1961年の両年度の分析結果からみて、追肥した窒素は吸収利用されていること、および1960年度を除いたいずれの年次も窒素を全量追肥することによってかなりの収量が得られていることなどからみて、まず窒素の追肥時期がもっとも効果のある栄養期からずれていたこと、第二には、窒素追肥後の天候の変動による影響が大きいことの2つが考えられるが、本試験ではそれら収量構成の機構の解析にはなお不十分な点がある。いずれにしても年次による差が認められ、気象条件の差異により、窒素の施用時期、施用回数および施用割合などがことなるものと考えられる。

つぎには品質における千粒重および選粒歩合についてみると、差異は少ないが、12月と3月追肥により、それらは低下し、1月および4月追肥により良くなる。窒素の追肥時期の影響によるものと考えられるが、その主因については不明である。また、千粒重と選粒歩合との相互関係を年次的にみると、1962年産の栃木ゴールデンメロン種を用いた試料（56点）では両者の相関係数+0.78とかなりの相関がある（未発表）。1959年度および1961年度の両年は千粒重とくに低く、選粒歩合も劣る。その原因は生態的にはそれぞれ凍霜害と倒

伏であるが、1958年度に比較してみると、1958年度の千粒重は低いのに反し、選粒歩合では両年度とも1958年度と同程度である。このように子実粒の理学的性質が窒素の追肥時期ならびに年次により異なっている。それらの原因としては、水稻で、松島⁸⁾は千粒重は容器としての粒穀の大きさと、これに入れる内容物の多少によって決定されるとし、さらに内容物（おもに澱粉）は出穂後の光合成の大小に依存し、天候の影響が大きいという報告³⁾¹²⁾があり、大島¹⁵⁾、野口¹²⁾、松島⁸⁾らは窒素の追肥によっても千粒重は増大するとしている。この点その内容物については、本試験でも、1958年度と1960年度のように出穂後好天候であったときは、千粒重増大し、とくに4月追肥の効果が認められる。しかし、3月追肥については効果がなく、他の因子が関係するものと思われる。さらに粒穀の大きさについては、上述のように、窒素の追肥時期によっても千粒重および選粒歩合は異なっていること。および1958年度と1961年度の分析結果の窒素濃度は1958年度は1961年度より著るしく低い。したがって、これらが原因して、1958年度は粒穀小さくなり選粒歩合は、千粒重に比し劣る結果になったものと考えられ、出穂前の体内における窒素濃度との関連が推定される。また粒穀の大きさは穀皮歩合も関係するものと推察される。しかも *KLEBER*⁵⁾らは穀皮含量の高い粒は、その窒素含量も高く、皮の窒素濃度も多いとし、ここでも粗蛋白含量の高い1961年度はわずかに穀皮含量多くなっている。しかし本試験ではこれらの因子について充分規定することはできない。けれども、千粒重および選粒歩合の変異は以上のような要因が総合的に作用した結果表われてくるものと考えられる。なお、*HOGG AN*⁴⁾らは *Procter Barley*種を用い、千粒重を考慮せず、単に粒穀の全窒素と麦芽のエキス量の相関より、回歸式を求め、品種によっても *BISHOP*¹⁾のエキス計算方程式はことなるとしたが、このように千粒重は、年次によりことなり、また窒素追肥によっても変化することから、これらの要因によってもそのエキス計算方程式は変形するものと推察される。

粒穀の化学性として粗蛋白含有量については、窒素の追肥時期をおそくするにしたがい子実粒の粗蛋白含量は高くなる傾向を示し、とくに4月追肥による増加が著るしい。体内における分析結果からみても、晩期追肥区ほど窒素含有率は増大している。しかし4ケ年の試験結果では、1961年度を除いて、窒素を a 当り0.8kgの施用量で分施した場合3月追肥はすべて粗蛋白含量12%以下となり、野々村¹⁴⁾の報告に一致している。4月追肥による子実粒の窒素濃度の増加はともかく、12月および1月追肥による低蛋白含量の原因については、体内の窒素濃度の変動、すなわち生育初期の

窒素追肥によって増加する体内の窒素は成熟期まで維持されないと分析結果から説明される。この窒素含量の低下は、12月および1月追肥により全水溶性の窒素濃度が増しているのに対し、それ以後の追肥ではその増加は認められず、水溶性の窒素が関係しているようである。1959年度は凍霜害により約30%の幼穂死を受けたが、窒素追肥の時期とその凍害との関係については判然としない。全般的には千粒重劣り小粒で、1961年度と理化学性は似ているが、粗蛋白含量低下しており中山の報告に⁹⁾ ¹⁰⁾一致している。しかし本試験では凍害と窒素吸収との関係について十分検討することはできなかった。1961年度の穀粒の高蛋白含有量の原因については、まず出穂後の天候不良と倒伏により、炭素同化作用ならびに呼吸作用または同化産物の移行などが満足でなかったこと、その結果相対的に粗蛋白含量高まったものと考えられるが、これはまた、穀粒の理化学性の劣った原因でもある。第2には、出穂時における1958年度の体内の窒素濃度と比較して1961年度は著しく高いことである。しかも4月追肥は倒伏程度少ないにもかかわらず窒素の含有率は高い。このことも関連して、処理区別にみると、1961年度の穂の窒素濃度は、倒伏のなかった1958年度と同ような傾向にあり、子実粒の窒素含量におよぼす窒素の時期別追肥の効果は、直接に倒伏の影響を受けるものではないようである。さらに粒の大きさとその窒素含量については、品質調査における全窒素の含有率と完熟期における穂の窒素含有率とは、前者が2.5mmのふるいに残った粒について分析するため、まったく同一ではない。著者¹²⁾は窒素養分が十分にある場合は小粒のものほど窒素含量高まることを認めており、晩期に追肥するほど2.5mm以下の粒はそれ以上のものより高い窒素の含有率を示すものと推定される。いずれにしても穀粒の粗蛋白含量の増大をきたす窒素の追肥時期は3月および4月であることが、体内における窒素化合物の変動より示されたが、最後に時期別窒素追肥の影響について総合的に考察すると、12月ないし1月追肥は品質の面からは問題はないと考えられるが、前述したように窒素を分施した本試験では、あまり収量はよくない。しかし栗原⁹⁾は、大麦を用い水耕法で、12月下旬の窒素追肥はもっとも有効であるとし、KERSLAK⁹⁾は春まきではあるが、生育初期の窒素追肥によって、品質をそこなわずに増収を得たと報告しており体内の分析結果からも、蛋白含量を高めずに、窒素の施用法によっては増収が期待されよう。3月の窒素追肥は、もっとも増収に可能性があり、穀粒の粗蛋白量もあまり高くないが、理学的性質がやや劣り、分析結果からみて窒素濃度の増大を伴う危険性は多分にあるものといえる。4月追肥においては子実粒の粗蛋白含量を高め、

収量からもその効果を期待できないと推察された。

VI 摘 要

1, 醸造用二条大麦に対し、施肥量を同一条件にして、窒素の追肥時期試験を行いその影響を品質に主眼を置いて体内の窒素化合物の変動からそれぞれ検討をくわえた。

2, 生育状況に対しては、窒素の追肥時期による変化は少なく、3月の窒素追肥によって穂数がわずかに多くなるが、いずれの時期の追肥も、全量基肥の場合と比較し、有意差は認められなかった。

3, 収量に対しても、窒素の時期別追肥による顕著な差異は認められず、年次間差が大きかった。窒素の施用法としては、3月追肥に増収が期待できるようだが品質の面から難点がかなりあり、むしろ、12月および1月追肥、すなわち寒肥についてさらに検討する必要があると推察された。

4, 千粒量および選粒歩合では、大差は認められないが、両者は1月および3月追肥により劣るのに反し、2月ならびに4月追肥により増加した。また、年次により穀粒の重さと大きさの割合が変動し、それらの変動は出穂後の炭素同化作用とともに、窒素の追肥時期とが関係し、体内における窒素濃度が関連するものと推察した。

5, 穀粒の粗蛋白含量は、追肥時期がおそくなるにしたがい増大し、とくに4月追肥による増加が認められた。

6, 体内の窒素化合物については、いずれの時期の窒素追肥も追肥後、茎葉中の窒素濃度を高めたが、その窒素は生育の進むにしたがい、窒素の追肥時期によりその変動の様相を異にした。すなわち、12月および1月追肥は、追肥約1ヶ月後の調査では窒素含量高くなり、水溶性窒素が体内に集積するようであるが、その後の減少する割合が大きく、完熟期までは維持されず、全量基肥区より低くなった。それに反し、3月および4月追肥は、完熟期でも窒素濃度高く、とくに4月追肥により穂の窒素含量が多くなった。

以上窒素の時期別追肥によって窒素栄養的にはかなりの影響が認められた。

文 献

- 1, BISHOP, L. R., (1930). *J. Inst. Brew* 36 352.
- 2, CLERCK, D. T.,; *A Text-dook of Brewing* (translated by BARTON-WRIGHT, K 1958)
- 3, 石塚喜明・田中明・(1953). 土肥誌 23 113~116
- 4, HOGGAN, T., et.al., (1962) *J. Inst. Brew*, 68(1)

- 39~47
- 5, KLEBER, W., and FRANKE, G, (1961), *Brauwissenschaft*, 14 60
- 6, 栗原金吉 (1952), 宇大農報告 2(1) 84~100
- 7, KARSLAK, R, T.,(1951).*Proc. Irish Maltsters' Tech. meeting* 21
- 8, 松島省三 (1957), 農技研報告 A 5
- 9, 中山 保 (1960) 栃農試報告, 4 79~100
- 10, (1960), 日作紀, 127回講演要旨
- 11, 中川 淳 (1955), 麦酒工業試験法,
- 12, 野口弥吉 (1949), 農及園 24 757~760
- 13, 野中義郎・中山保 (1963), 日作紀 135回講演要旨
- 14, 野々村利男 (1963), 滋賀短大学誌, 4 1~4
- 15, 大島正夫 (1961), 農技研報告 B 11
- 16, 滝島英策 (1950), 農及園 24, 25,