

小麦の品質に関する研究 第3報

窒素肥料による蛋白質含量の変異 (1)

貝 原 弘 道

1. 緒 言

既に第1報に於て肥料3要素中窒素が小麦の粗蛋白質含量に著しい影響を及ぼし、無窒素栽培はこの含量の最も多い小麦粒を生ぜしめ、窒素の施用量を次第に増せば、或る程度までは反つてこの含量を漸減せしめるが、更に多肥すればこの含量は逆に漸次増加する傾向のあることを指摘した。続いて次年度も全く同一の方法で試験を反覆して、その結果を確認した。以上の試験結果は底なしの土管を埋土した所に小麦が栽培され收穫された粒について得たのであるから、比較的实际の圃場試験に近いものと言えるが、試料が少かつたため、種々の可溶性蛋白質の分布状態を調査し得なかつた。

そこで 1949—'50 年には実地の圃場栽培において、窒素施用量の増加、更に加えて窒素施用量が一定の場合の分肥の方法及び出穂或は開花期の増肥などの窒素処理条件の差異によつて起る小麦粒中の蛋白質の変異の実体を知ると共に、その質を比較検討した。その結果、出穂及び開花期の窒素増肥によつて、興味ある結果が得られたが、更に追求すべき点を見出したので現在追加試験中であるが、こゝには一まず得た結果を報告する。

2. 試験試料及び方法

長年同一条件で稻及び麦が輪作された当研究所圃場に小麦新中長を次の条件で栽培收穫したものゝ試料とした。

(1) 圃場条件及び試験区の大きさ 稻收穫後牛耕して幅4尺(谷溝の中央より次の谷溝の中央まで)の南北畦を作り、2畦を9尺おきに区切つたもの即ち2坪を1区とした。

(2) 播種及び收穫 12月5日に1畦に縦2條の4寸幅の播溝を設けて、1区当り種子0.1合(反当3升播の割)を播種した。そして翌年の6月9日に收穫した。但し分析試料には試験区の中央部より採集したものを充当した。

(3) 肥培条件及び栽培管理 肥料は窒素、磷

酸及び加里源として夫々硫酸アンモニア、過磷酸石灰及び硫酸加里を用い、窒素は分肥したがその外は全量を基肥とした。肥料の施用量及び施用方法は次の通りである。

a) 窒素施用量試験 試験区を第1区より第6区までとし、硫酸アンモニアを夫々0、123(反当窒素1貫)、247(反当窒素2貫)、370(反当窒素3貫)、494(反当窒素4貫)及び617g(反当窒素5貫)並に各区共通に過磷酸石灰 167g(反当磷酸2貫)及び硫酸加里 57g(反当加里2貫)を施用した。しかして硫酸アンモニアは施用量の2/5を基肥として12月15日に施し、残りを3等分して1、2及び3月の夫々10、10及び15日に分肥した。

b) 窒素分肥試験 試験区を第7区より第12区までとして各区共通に硫酸アンモニア、過磷酸石灰及び硫酸加里を夫々370、167及び57g宛施した。そして窒素源は第7区え施用量の2/3を基肥として12月15日に、残りを2分して2月1日及び3月15日に分肥したが、第8、第9区……と逐次基肥施用量を減じて追肥を増加し、第12区は基肥に4/15を、残りを2分して止肥に全量の8/15を施すようにした。即ち第1表の通りである。

第1表 硫酸アンモニア施用量が一定の場合に於ける分肥条件 (2坪当り)

施肥期日	15/XII	15/I	1/II	15/II	15/III
試験区					
7	246 $\left(\frac{10}{15}\right)$	—	74 $\left(\frac{3}{15}\right)$	—	50 $\left(\frac{2}{15}\right)$
8	196 $\left(\frac{8}{15}\right)$	—	100 $\left(\frac{4}{15}\right)$	—	74 $\left(\frac{3}{15}\right)$
9	173 $\left(\frac{7}{15}\right)$	—	123 $\left(\frac{5}{15}\right)$	—	74 $\left(\frac{3}{15}\right)$
10	123 $\left(\frac{5}{15}\right)$	—	124 $\left(\frac{5}{15}\right)$	—	123 $\left(\frac{5}{15}\right)$
11	126 $\left(\frac{5}{15}\right)$	74 $\left(\frac{3}{15}\right)$	—	50 $\left(\frac{2}{15}\right)$	123 $\left(\frac{5}{15}\right)$
12	100 $\left(\frac{4}{15}\right)$	—	74 $\left(\frac{3}{15}\right)$	—	146 $\left(\frac{8}{15}\right)$

備考 ()内の分数は全施用量に対する割合を示し而も分子は硫酸アンモニアの反当施用貫数を表す。

c) 出穂及び開花期窒素施用試験 試験区を第13区より第15区まで設けて、各区共通に基肥として12月15日に硫酸アンモニア 123g (反当窒素1貫)、過磷酸石灰 167g (反当磷2貫) 及び硫酸加里 57g (反当加里2貫) を、又追肥として1月15日、2月15日及び3月20日に夫々硫酸アンモニア 74、74 (反当窒素0.6貫) 及び 50g (反当窒素0.4貫) を施した。そして第13区には出穂期に、第14区には開花期に硫酸アンモニア 49.4g (反当窒素0.8貫) 宛増肥して晩期追肥の予備試験を行った。

3. 試験結果

(1) 小麦の生育状況 第1区の無窒素で栽培された小麦は他の区のものに比して出穂が2日おくれたが、その外の区のは出穂開花共に殆んど齊一であつた。しかしその後の降雨によつて第5及び第6区の小麦は倒伏しかけたので支えをした。しかしながらこれ等両区のは収量及び1000粒重が甚だ低い故に粒の登稔が正常でなかつたと考えられる。

(2) 分析結果 小麦粒を粉末として粗蛋白

質、水溶性、10%食塩水可溶性、70%アルコール可溶性及び0.2%苛性ソーダ可溶性の各蛋白質を定量して得た結果、並にこれらから算出された gluten の粗蛋白質に対するパーセント、gliadin の gluten に対するパーセント及び gliadin と glutenin の比は第2表に示す通りである。

窒素施用量試験によれば、窒素施用量の増加による粗蛋白質含量の変異は既報の結果と殆んど同様な傾向を示したが、唯異なる点は最高及び最低の値を示す区が多少移動したこと、即ち多肥栽培区の粒がこの含量の最も大なる値を示し、最低値は少量施肥区のものであつたことである。そしてこの場合4種可溶性蛋白質中最も顕著な変異が認められたものは gliadin であつて、無窒素区のそれはかなり高い値を示したが、窒素の施用量を増せば或る程度までは反つてこの含量を減少せしめた。更に増肥すれば逆にこの含量は増加した。glutenin の変異も同じ傾向を示したが、gliadin ほど著しくなかつた。leucosin の変異は更に少かつたが、第3区の例外を除けばこれも前2者に並行しておつた。

第2表 硫酸アンモニアの施用量、分肥法及び出穂開花期の追肥による小麦蛋白質の変異

試験別	試験区番	粗蛋白質	水溶性蛋白質 Leucosin	食塩水可溶性蛋白質 Globulin	アルコール可溶性蛋白質 Gliadin	苛性ソーダ可溶性蛋白質 Glutenin	Glutenの粗蛋白質に対する割合	GliadinのGlutenに対する割合	Gliadin/Glutenin	小麦粒の収量 (2坪当) (風乾重)	1000粒重
施用量試験	1	11.3	2.79	1.99	2.98	2.46	48	55	1.2	0.86	30.7
	2	10.2	2.70	1.87	2.19	2.34	44	48	0.9	1.64	30.9
	3	10.5	3.03	1.84	2.19	2.17	41	50	1.0	2.40	29.7
	4	11.0	2.79	1.89	2.99	2.41	49	55	1.2	2.33	29.4
	5	12.8	3.00	1.92	3.30	2.95	49	53	1.1	2.02	24.8
	6	14.2	3.27	2.27	4.02	3.14	51	56	1.3	1.88	23.8
分肥試験	7	11.4	2.72	2.13	2.64	2.86	48	48	0.9	2.48	28.4
	8	11.4	2.63	2.06	2.90	2.56	48	53	1.1	2.59	28.5
	9	11.3	2.63	2.15	3.01	2.42	48	56	1.2	2.68	29.2
	10	12.4	2.73	2.16	3.47	2.62	49	57	1.3	2.57	28.9
	11	11.5	2.73	2.12	3.32	2.50	51	57	1.3	2.40	29.6
	12	12.7	2.74	2.27	3.17	3.35	52	49	1.0	2.60	31.8
晩期追肥試験	13	13.7	2.72	2.18	3.82	3.69	55	51	1.0	2.24	32.1
	14	13.5	2.71	2.26	3.73	3.66	55	51	1.0	2.47	31.2
	15	11.7	2.59	2.08	2.83	3.11	50	48	0.9	2.64	32.5

備考 蛋白質は $N \times 5.7$ で算出して無水物中のパーセントで表示した。

globulin も多少変化するらしいが、その差が甚だ僅かなため殆んど変異がないとみるべきであらう。

次に窒素施用量が一定の場合の分肥法即ち基肥及び追肥の配分割合の如何によつて粒中蛋白質に多少の変異が認められた。即ち粗蛋白質に於て一つの例外はあるが、基肥に多く追肥に少量施すよりも基肥には少く追肥に比較的多く施す方が、この含量を増加せしめる傾向があつた。これは gliadin 及び glutenin の変異特に gliadin のそれに起因する。そして gliadin は窒素施用量を 3 等分して 3 回に分肥した第 10 区が最も高い値を示した。更に基肥を減じて止肥を増せば逆に gliadin は減じて glutenin が著しく増加した。この場合にも leucosin 及び globulin の含量は殆んど変らない様であつた。

最後に出穂及び開花期の増肥はしからざるものに比較して gliadin 及び glutenin の含量を夫々約 1.0、0.5% 増加せしめたが、leucosin 及び globulin の量は何れも僅か 0.1% しか増えなかつた。

4. 考 察

以上の結果から次のことが明らかに認められる。即ち、小麦の貯蔵蛋白質中には窒素の施用条件によつて顕著な変異を示すものと殆んど変異を示さないか或は示しても甚だ僅かなもののがあつて、前者には gliadin 及び glutenin が、後者には leucosin 及び globulin が夫々属する。従つて小麦粒中の粗蛋白質含量の変異は主として gliadin 及び glutenin 量の多少に起因すると言うことが出来る。

さて leucosin 及び globulin は胚芽中に、gliadin 及び glutenin は胚乳中に夫々含まれ、製粉の際に粉の方へ移行するのは主に gliadin 及び glutenin であつて、この両蛋白質が製パン上重要な役割をなす。そして、パンを作るに好適な粉は gluten の含量が多く、しかも Osborne によれば gliadin の gluten に対する割合が 55~65% であることが要求され、又 Snyder によれば gluten の質は 65% の gliadin と 35% の glutenin からなる場合が最も良好であるという。

以上の見地より窒素施用条件による gliadin

及び glutenin の変異並に蛋白質の質について若干考察を試みよう。

無窒素栽培は収量こそ少いが、生じた粒は gluten の粗蛋白質に対する割合がかなり高く、しかも gliadin は gluten 中 55% を占め、gliadin/glutenin は 1.2 であつた。しかし、反当窒素 1 貫を施せば、収量は無窒素区の 2 倍に増加したが、粒中の gluten 含量を減じ、しかも gliadin の量は gluten の 48% に低下し、gliadin/glutenin は 0.9 となつて、gluten の質は著しく不良となつた。更に窒素を増して反当 2 貫を施した第 3 区は無窒素区の 3 倍の収量を得たが、gluten 含量の著しく低い、しかもその質は第 2 区ものに比し稍々良化されたが、無窒素区のものに甚だ劣る粒を生じた。しかしながら更に増肥して反当 3 貫を施せば、収量に於ては第 3 区と変わらないが、gluten の量並に質を逆に向上せしめ、無窒素区のものに匹敵する粒を産した。これ以上の窒素の施用せば粒の蛋白質のみに関して良化の傾向があるように認められるが、実際は糝の量を著しく増加せしめ、そのため収量の減少を來たすは勿論、澱粉蓄積の不十分な軽い粒を生じた。以上のことから Pfaff (1935) の報告する如く十分な窒素施用が小麦の品質を向上せしめるが、少量施肥は無肥料に比較して小麦の品質を悪変せしめる。又過剰な窒素の使用も収量を減ぜしめるは勿論、粒質に甚だ有害な影響を及ぼすことが認められる。

次に窒素を反当 3 貫施す場合、基肥主義の施用法より基肥量を減じて止肥に多く施すに従つて gluten の量並に質は次第に改善され、1 貫宛 3 回に分肥した第 14 区の品質が最も優れていた。更に止肥に多肥すれば gluten の全量は増加するが、gliadin は漸減するに反して glutenin が著しく増した。そのため gluten 中 gliadin の占める割合が甚だしく低下して gluten の質が不良となつた。即ち、止肥に多量の窒素が施されて生育後期に肥効を現すと glutenin の量を増す傾向が認められる。

又出穂或は開花期のような晩い時期に窒素を増肥すれば、しからざる区に比して粒の gluten 含量を顯著に増加せしめたが、その質

は良好でなかった。しかし窒素の晩期追肥の効果は小麦の gluten 含量を顯著に増加せしめる点で興味深く、更に施用の時期及び施用量などが追求されるべきである。

5. 摘 要

1. 比較的温和にして濕潤多雨の條件下で窒素の施用量、分肥法及び出穂開花期の追肥が軟質小麦の品質特に蛋白質の量的並に質的向上に及ぼす影響について試験した。

2. 窒素の施用條件によつて顯著な変異を示す蛋白質は gliadin 及び glutenin であつて、殆んど変化しないものは leucosin 及び globulin であつた。

3. 基肥多量主義の施用法では適當であり且つ十分な窒素の施用が小麦の品質を向上せしめるが、少量施肥は無肥料栽培に比して粒質を惡化せしめ、又過剰の窒素も小麦の品質に有害な影響を及ぼした。

4. 窒素施用量が一定の場合、基肥多量主義の施用法より基肥量を減じて止肥に多く施すに従つて粒の gluten は量的にも質的にも向上し、等量宛 3 回に分肥すれば粒質最も良好な小麦を生じた。止肥に更に多量の窒素を施せば、粒の gluten 含量を増すが、その質は低下した。

5. 出穂及び開花期に窒素を施用すれば、しからざるものに比して粒の gluten 含量を顯著に増加せしめたが、その質は余り良好ではなかった。

参 考 文 献

- (1) Bayfield, E. G. 1935, Cereal Chem. 12, 1—16
- (2) Botkin, C. W. 1935, New Mex. Agr. Expt. Sta. Bull. 230
- (3) Demolon, A. 1936, Compt. rend. acad. agr. France 22, 303—5; Abst. Chem. Abst. 30 (13), 4606, 1936
- (4) Domman, H. 1907, Illst. Landw. 27 (4), 21—23
- (5) Donneen, L. D. 1934, Wash. Agr. Expt. Sta. Bull. 206, 5—71
- (6) Garola, J. 1936, Compt. rend. acad. agr. France 22, 296—303; Abst. Chem. Abst. 30 (3), 4606, 1936
- (7) 貝原弘道, 1949, 農学研究, 38 (2), 74—77
- (8) Lebrum et Radet, 1935, Recherches Fertilisation Sta. Agron. (Donsi) 1934, 39—40
- (9) Moertlbauer, F. 1911, Zeitschr. ges. Brauw. 34, 13—7; Abst. Chem. Abst. 5 (12), 2139—1911
- (10) Pfaff, C. 1935, Angew. Chem. 48, 89—92; Abst. Chem. Abst. 29 (7), 2280, 1935
- (11) Smith, A. M. 1934, Scottish Jour. Agr. 17, 404—10; Abst. Chem. Abst. 29 (8), 873, 1935
- (12) Smith, A. M. 1935, Trans. 3rd. Intern. Congr. Soil Sci., Oxford, 1, 210—11; Abst. Chem. Abst. 30 (11), 3932, 1936
- (13) Snyder, H. 1908, Jour. Amer. Chem. Soc. 30, 604—8
- (14) Swanson, C. O. 1932—34, Kan. Agr. Expt. Sta. Seventh Biennial Report of the Director, 52—3
- (15) Thelin, G. & Beaumont, A. B. 1934, Jour. Amer. Soc. Agron. 26, 1612—17
- (16) Watson, D. J. 1936, Jour. Agr. Sci. 26, 391—414.