

コムギの子実と粉の無機成分に及ぼす土壌の種類と施肥の影響

第2報 子実の無機成分含有率と品質の関係

佐藤 暁子・小柳 敦史*・和田 道宏*

(東北農業試験場・*農業研究センター)

1995年1月31日受理

要 旨: 灰色低地土, 赤色土, 厚層多腐植黒ボク土および淡色黒ボク土で生育したアサカゼコムギと農林 61 号の子実の無機成分含有率と品質との関係を検討した. 千粒重およびリットル重と K 含有率との間にそれぞれ $-0.49^{**} \sim -0.80^{**}$ および $-0.80^{**} \sim -0.90^{**}$ の負の相関関係が認められた. K 含有率とリットル重の高い相関関係は, K 含有率が製粉性に影響することを示唆した. 粒色の明度および彩度と N 含有率との間に $-0.79^{**} \sim -0.95^{**}$ の高い負の相関関係が認められ, N 含有率が低くなるほど, 粒色の明度および彩度が高くなった. 粉色の白さとカリウム含有率との間に $-0.45^{*} \sim -0.64^{**}$ の負の相関関係が認められた. 粉の白さは, 千粒重およびリットル重との間にもそれぞれ $0.47^{*} \sim 0.80^{**}$ および $0.50^{*} \sim 0.78^{**}$ の有意な相関関係を示した. また, 千粒重がアサカゼコムギで 33 g 以上, 農林 61 号で 32 g 以上の区に限ると, 粉の白さとカリウム含有率との間の相関は, アサカゼコムギで -0.31^{*} の弱い相関関係が認められるだけとなった. これらのことから, 千粒重やリットル重が低下すると胚乳歩合が低下し, カリウム含有率が増加するとともに, 製粉性が悪くなり, 粉にふすまの混入が多くなって粉の白さが低下すると考えられた. マイクロエクステンソグラムの伸長度および形状係数 (R/E) と N 含有率および N・Mg/K 比との間にも有意な相関関係が認められた. 黒ボク土での可給態リン酸量の改善は, 千粒重およびリットル重を低下させる傾向があることから, 製粉性を低下させる可能性があると考えられた.

キーワード: カリウム, コムギ, 窒素, 土壌型, 無機成分, 品質, 粉色, 粒色.

Effects of Soil Types and Fertilizer Application on Mineral Contents of Wheat Grains and Flour II.

The relationship between quality and mineral content of grains : Akiko SATO, Atsushi OYANAGI* and Michihiro WADA** (Tohoku National Agricultural Experiment Station, Morioka 020-01, Japan ; *National Agriculture Research Center, Tsukuba 305, Japan)

Abstract : The relationship between quality and mineral contents in grain was investigated with Asakazekomugi and Norin 61 cultivated in 4 soil types : Gray lowland soil, Red soil, Thick High-humic Andosol and Light-colored Andosol. There were negative correlations between potassium content and 1000-grain weight ($r = -0.49^{*} \sim -0.80^{**}$), or test weight ($r = -0.80^{**} \sim -0.90^{**}$). Since test weight was related to milling quality, potassium content probably affects milling efficiency. There were negative correlations ($r = -0.79^{**} \sim -0.95^{**}$) between nitrogen content and brightness and chroma of grain color. Brightness and chroma of grain color were decreased with increase of nitrogen content. There were negative correlations ($r = -0.45^{*} \sim -0.64^{**}$) between potassium content and whiteness of flour color. Whiteness of flour color was also correlated with 1000-grain weight ($r = 0.47^{*} \sim 0.80^{**}$) and test weight ($r = 0.50^{*} \sim 0.78^{**}$). In the plots which 1000-grain weight were over 33 g in Asakazekomugi and 32 g in Norin 61, there was low correlation in only Asakazekomugi ($r = -0.31^{*}$) between whiteness of flour color and potassium content. These results indicate that decrease in 1000-grain weight and test weight with the increase in potassium content decreased milling efficiency and increased broken pieces of bran in flour and decreased whiteness of flour color. There were significant correlations between extensibility or the ratio (R/E) of microextensogram and nitrogen content or the N・Mg/K ratio. Since the improvement in available phosphoric acid in Andosol decreased 1000-grain weight and test weight, it seems to decrease milling efficiency.

Key words : Flour color, Grain color, Mineral, Nitrogen, Potassium, Quality, Soil type, Wheat.

著者らは, 前報¹⁴⁾において, 異なる土壌種類および施肥条件で生育したコムギの子実と粉の無機成分含有率の差異について, 灰分含有率との関係から検討した. 福岡・堀野⁴⁾は, コムギの子実のマグネシウム/カリウム比や窒素・マグネシウム/カリウム比がコムギ品種の硬軟質性に関連があるとし, 江口ら^{1,2)}は, 品種と刈取時期を組み合わせた試験で, 生地

の強さをあらわすエクステンソグラム特性にリン, カリウム, マグネシウム含有率が関与することを報告している. 無機成分含有率とコムギ品質の関係を明らかにすることは, 良質コムギの栽培条件を検討していく上で重要なことと考えられる. 本報では, 土壌の種類の違いや施肥条件によって生じるコムギの子実の無機成分含有率の差異が, 品質形質とどのような関係にあるかを検討した. また, 前報¹⁴⁾で黒ボク土での可給態リン酸量の増加がリン, カリウム,

マンガン含有率や灰分含有率を増加させたが、これらがコムギ品質にどのように影響を及ぼすかについても検討した。

材料と方法

供試品種はアサカゼコムギと農林 61 号であり、1987 播および 1988 播の 2 カ年試験を行った。コムギの栽培は前報¹⁴⁾と同じく、茨城県つくば市の農業研究センターの灰色低地土、赤色土、厚層多腐植黒ボク土を充填した大型枠圃場 (20 m×25 m) および隣接する淡色黒ボク土を充填した大型枠圃場 (同) で行った。各土壌の化学的特性の数値は既報¹³⁾と同じであるが、灰色低地土は窒素およびリン酸ともに肥沃度が高く、コムギの収量が高い土壌である。赤色土は腐植含量が少なく窒素肥沃度が低い土壌であり、厚層多腐植黒ボク土は有効態リン酸が極めて少ない土壌である。また、淡色黒ボク土は厚層多腐植黒ボク土と同じく可給態リン酸が極めて少なく、腐植含量も少ない特徴がある。施肥量は第 1 表に示したが、各土壌とも同一の施肥を行った対照区と土壌

に合わせた施肥を行った改善区を設けた。すなわち、窒素肥沃度の低い赤色土では堆厩肥の施用と 3 回の窒素追肥を行った。可給態リン酸量が少ない 2 種類の黒ボク土では、堆厩肥の施用を行うとともに、施肥前にトルオーグ法¹¹⁾で土壌の可給態リン酸量を測定し、20 mg/100 g 乾土を目標にリン酸を増肥した。また、土壌養分的に問題が少ない灰色低地土においても対照区で倒伏が発生する可能性があったので、窒素肥料を少なくした区を設け改善区とした。また、1988 播のアサカゼコムギでは、各土壌、各施肥区ともに窒素を除いた無窒素区も設けた。1 区面積は、2 カ年とも 13 m² で各土壌、施肥内で 3 反復実施した。

第 1 表の最後の欄に、各処理区の子実収量を示した。1987 年播の対照区では、アサカゼコムギの収量は灰色低地土で高く、次いで 2 つの黒ボク土、赤色土の順であり、農林 61 号の収量は厚層多腐植黒ボク土でやや高く、他の土壌で低かった。1987 播の改善区では灰色低地土を除き 2 品種とも対照区よりも増収となった。1988 年播の対照区では 2 品種とも灰色

Table 1. Amounts of fertilizer applied and grain yield (kg/10a).

Fertilizer application	Soil name	Stable manure	Nitrogen*				Phos-phoric acid	Potas-sium	Grain yield		
			1	2	3	4			Asakaze-komugi	Norin 61	
1987											
Control	Gray Lowland soil	—	5	—	2	—	7	7	628± 26	438± 38	
	Red soil	—	5	—	2	—	7	7	483± 43	434± 16	
	Thick High-humic Andosol	—	5	—	2	—	7	7	528± 48	477± 11	
	Light-colored Andosol	—	5	—	2	—	7	7	538± 27	428± 38	
Improved	Gray Lowland soil	1500	4	—	3	—	7	7	588±108	445± 59	
	Red soil	1500	5	3	3	3	7	7	609± 26	575± 90	
	Thick High-humic Andosol	1500	4	—	3	—	14.8	7	679± 41	530±111	
	Light-colored Andosol	1500	4	—	3	3	26.2	7	757± 32	565± 44	
1988											
Control	Gray Lowland soil	—	5	—	2	—	7	7	560± 40	499±133	
	„	—	—	—	—	—	7	7	468± 54	—	
	Red soil	—	5	—	2	—	7	7	358± 21	372± 46	
	„	—	—	—	—	—	7	7	160± 16	—	
	Thick High-humic Andosol	—	5	—	2	—	7	7	354± 39	270±107	
	„	—	—	—	—	—	7	7	132± 60	—	
Improved	Gray Lowland soil	1500	4	—	—	—	7	7	614± 26	494± 30	
	„	1500	—	—	—	—	7	7	477±112	—	
	Red soil	1500	5	3	3	3	7	7	603± 63	510± 19	
	„	1500	—	—	—	—	7	7	233± 28	—	
	Thick High-humic Andosol	1500	4	—	3	—	20.2	7	439± 14	363± 57	
	„	1500	—	—	—	—	20.2	7	262±113	—	

*Nitrogen 1: Basal, 2: Dressing at tillering stage, 3: Dressing at floret differentiation stage, 4: Dressing at the stage flag leaf ligule just visible.

低土地で収量が高く、他の土壌で低かった。改善区では灰色低土地の農林 61 号を除き、対照区より増収となった。1988 播のアサカゼコムギで行った無窒素処理は、どの土壌においても窒素施肥した区に比べ低収となった。品種による違いでは、アサカゼコム

ギが農林 61 号よりも収量が高く、とくに、肥沃な灰色低土地や改善区でその差が大きかった。

収穫後の子実の製粉と無機分析方法は前報¹⁴⁾に準じた。コムギの品質分析は常法¹⁰⁾に従い、粒色は測色色差計のセルに子実を充填して測定した。粉の

Table 2. Correlation coefficients between mineral and ash contents in grain and quality characters (1).

		1000-grain weight	Test weight	Grain color		Flour yield	Specific surface area
				Brightness	Chroma		
N	①	-0.53**	0.60**	-0.94**	-0.90**	-0.16	-0.23
	②	-0.21	0.03	-0.79**	-0.83**	-0.55**	0.30
	③	-0.30	0.05	-0.90**	-0.95**	-0.02	0.53**
	④	-0.79**	-0.49*	-0.86**	-0.94**	-0.64**	-0.17
P	①	-0.38	-0.68**	0.19	-0.01	-0.21	-0.06
	②	0.29	0.25	0.10	0.15	0.13	-0.17
	③	-0.55**	-0.82**	0.55**	0.43*	-0.51*	0.21
	④	0.22	0.48*	0.46	0.35	0.63**	-0.35
K	①	-0.49*	-0.81**	0.25	0.06	-0.29	0.12
	②	-0.80**	-0.80**	-0.29	-0.37*	-0.64**	0.67**
	③	-0.69**	-0.90**	0.44*	0.30**	-0.61**	0.14
	④	-0.80**	-0.71**	-0.37	-0.48*	-0.41	-0.01
Mg	①	-0.80**	-0.17	-0.40	-0.53**	-0.32	-0.16
	②	0.21	0.20	0.13	0.08	-0.10	0.22
	③	-0.67**	-0.60**	-0.33**	-0.42*	-0.47*	-0.20
	④	0.46	0.60**	0.42	0.39	0.48*	-0.05
Ca	①	-0.79**	-0.30	-0.36	-0.48*	-0.23	-0.03
	②	-0.12	-0.14	0.37*	0.28	0.17	-0.49**
	③	-0.68**	-0.69**	-0.09	-0.24	-0.39	-0.19
	④	-0.06	0.02	0.19	0.16	0.39	-0.37
Mn	①	0.24	-0.80**	0.59**	0.45*	-0.02	0.34
	②	0.26	0.10	0.57**	0.63**	0.66**	-0.64**
	③	-0.00	-0.35	0.76**	0.70**	-0.24	0.43*
	④	0.52*	0.38	0.58*	0.55*	0.71**	-0.58*
Mg/K	①	-0.18	0.79**	-0.67*	-0.58**	0.02	-0.30
	②	0.61**	0.60**	0.27**	0.27	0.24	-0.16
	③	0.28	0.58**	-0.75**	-0.67**	0.34	0.33
	④	0.65**	0.71**	0.46	0.48*	0.51**	-0.01
N・Mg/K	①	-0.42*	0.69**	-0.88**	-0.83**	-0.10	-0.26
	②	0.08	0.29	-0.56**	-0.60**	-0.36*	0.18
	③	-0.08	0.26	-0.91**	-0.92**	0.12	0.52**
	④	-0.28	0.10	-0.49*	-0.56*	-0.20	-0.20
Ash	①	-0.43*	-0.71**	0.21	0.02	-0.22	0.02
	②	-0.19	-0.27	0.09	0.06	-0.13	0.22
	③	-0.65**	-0.86**	0.49*	0.38	-0.47*	0.23
	④	-0.29	0.08	0.12	-0.04	0.22	-0.31

① : 1987 Asakazekomugi (n=24), ② : 1988 Asakazekomugi (n=36),

③ : 1987 Norin 61 (n=24), ④ : 1988 Norin 61 (n=18)

* and ** indicate significance at the 5% and 1% levels, respectively.

比表面積はブレン空気透過装置・粉末度測定器を用いて、生地粘弾性はマイクロエクステンソグラフを用いて測定した。品質形質との関係の検討は窒素(N)、リン(P)、カリウム(K)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)、マンガン(Mn)含有率と、福岡・堀野⁴⁾が論じた子実のマグネシウム/カリウム比(Mg/K)や窒素・マグネシウム/カリウム比(N・Mg・K)について行った。

結果と考察

第2表に年次・品種別に子実のN、P、K、Mg、Ca、Mn含有率、Mg/K、N・Mg/Kおよび灰分含有率と千粒重、リットル重、粒色の明度と彩度、製粉歩留、比表面積との相関係数を示した。また、同様に第3表に粉色のR455(白さ)とR455(明るさ)、マイクロエクステンソグラムのArea(面積)、R

Table 3. Correlation coefficients between mineral and ash contents in grain and quality characters (2).

		Flour color		Micro-extensogram			
		R ₄₅₅	R ₅₅₄	Area	R _{max}	E	R/E
N	①	-0.10	-0.42*	0.25	-0.36	0.51*	-0.52*
	②	-0.17	-0.27	0.73**	0.13	0.66**	-0.53**
	③	-0.48*	-0.45*	0.45*	-0.39	0.60**	-0.67**
	④	-0.60*	-0.58*	0.55*	-0.18	0.66**	-0.68**
P	①	-0.68**	0.35	-0.58**	-0.21	-0.31	-0.14
	②	0.44**	0.43**	-0.22	-0.22	-0.06	-0.09
	③	-0.32	-0.17	-0.54**	0.29	-0.69**	0.53*
	④	0.38*	0.46	0.01	0.14	-0.12	0.12
K	①	-0.64*	-0.25	-0.47*	0.02	-0.40	0.31
	②	-0.49**	-0.16	0.01	0.04	-0.06	-0.05
	③	-0.45*	-0.29	-0.49*	0.25	-0.63**	0.46*
	④	-0.57*	-0.42	0.08	0.37	-0.11	0.07
Mg	①	-0.64**	-0.53**	-0.29	-0.39	0.07	-0.18
	②	0.22	0.25	-0.10	-0.22	0.13	-0.18
	③	-0.68**	-0.46*	-0.16	-0.16	-0.09	-0.13
	④	0.39	0.36	-0.10	-0.21	-0.04	0.05
Ca	①	-0.57**	-0.30	-0.13	-0.39	0.23	-0.33
	②	-0.02	0.01	0.14	0.18	-0.33*	0.35*
	③	-0.67**	-0.46*	-0.07	0.09	-0.19	0.08
	④	-0.04	0.10	0.12	0.38	-0.12	0.18
Mn	①	-0.27	0.02	-0.49	0.13	-0.46	0.35
	②	0.01	0.01	-0.57**	-0.12	-0.54**	0.43**
	③	0.13	0.10	-0.25	0.49*	-0.51*	0.58**
	④	0.60	0.55*	-0.12	0.33	-0.29	0.31
Mg/K	①	0.14	-0.23	0.26	-0.41*	0.53*	-0.53*
	②	0.45**	0.30	-0.09	-0.22	0.15	-0.19
	③	-0.01	-0.03	0.45*	-0.42*	0.66**	-0.64*
	④	0.51*	0.44	-0.12	-0.31	-0.01	0.02
N・Mg/K	①	-0.02	-0.38	0.26	-0.40	0.53*	-0.54*
	②	0.05	-0.10	0.59**	0.02	0.94**	-0.54**
	③	-0.34	-0.33	0.49*	-0.43*	0.67**	-0.71**
	④	-0.20	-0.23	0.49*	-0.42	0.70**	-0.70**
Ash	①	-0.71**	-0.30	-0.52*	-0.12	-0.32	0.19
	②	0.13	0.37*	-0.32**	-0.14	-0.04	0.13
	③	-0.40	-0.24	-0.51**	0.25	-0.64**	0.48*
	④	-0.07	0.09*	0.01	0.22	0.01	-0.02

Notes are same in Table 2.

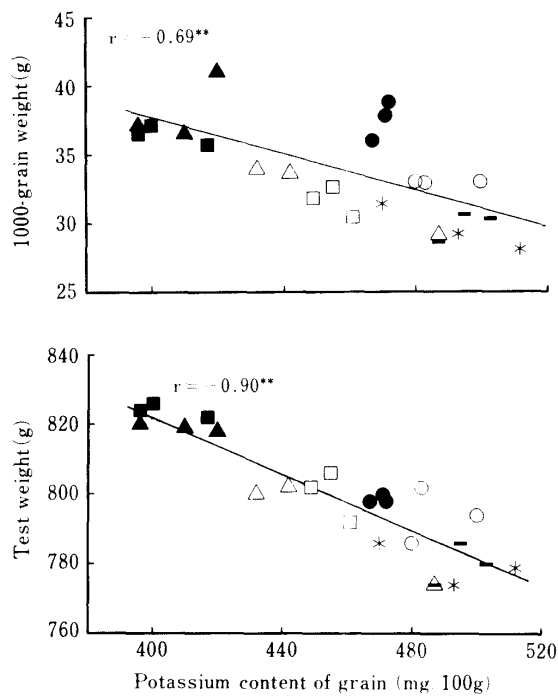


Fig. 1. Relationships between potassium content and 1000-grain weight and test weight (Norin 61 in 1987).

	Control plot	Improved plot
Red soil	●	○
Gray Lowland soil	*	—
Thick High-humic Andosol	▲	△
Light-colored Andosol	■	□

max (伸張抵抗), E (伸長度) および R/E (形状係数) との相関係数を示した。各年次・品種ともに有意な相関が認められる組み合わせと、年次と品種により有意性の有無が異なる組み合わせがみられた。前者の各年次・品種ともに有意な相関が認められる組み合わせは再現性が高い関係と考えられるので、これらを中心に論じることとする。

はじめに、千粒重と K 含有率との間に $-0.49^* \sim -0.80^{**}$ の負の相関関係が認められた。また、リットル重は K 含有率と間に $-0.80^{**} \sim -0.90^{**}$ の負の相関関係および Mg/K との間に $0.58^{**} \sim 0.71^{**}$ の正の相関関係が認められた。このうち、K 含有率と千粒重およびリットル重との関係についてみると(第1図), 千粒重については赤色土の対照区や厚層多腐植黒ボク土の一部はやや異なる傾向を示したが、全体的には K 含有率が高くなると、千粒重が低くなる傾向が認められた。リットル重については、2つの黒ボク土の対照区は K 含有率が低くリットル重が高い所に、灰色低土地は K 含有率が高

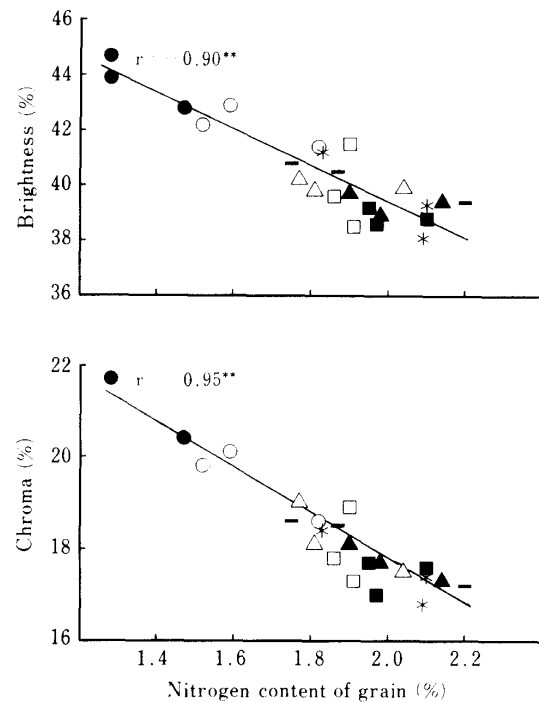


Fig. 2. Relationships between nitrogen content and brightness and chroma of grain color (Norin 61 in 1987).

Symbols are same as Fig. 1.

くリットル重が低い所に位置するなど土壌や施肥による違いが認められた。しかし、土壌や施肥法の違いによらずどの区もほぼ同一の回帰直線上にあり、K 含有率が低くなるほど、リットル重が高くなるという傾向はどの土壌においても共通に認められた。リットル重は Mg/K との間にも正の相関関係が認められたが、この相関係数を K 含有率とリットル重との相関係数の値と比較すると、いずれも後者の方が高かった。従って、Mg/K とリットル重との有意な正の相関関係は、K 含有率とリットル重との負の相関関係の反映と考えられ、直接的な因果関係を示すものではないと考えられた。

栽培条件により千粒重が低下すると胚乳歩合が低下するため、灰分含有率が増加するといわれている⁹⁾。本報では、千粒重が低下すると K 含有率が増加することが認められた。これは、甲斐ら⁷⁾が湿害処理により千粒重が低下する場合に、K, P, Ca 等の含有率が増加することを報告していることと一致する。また、本報では、リットル重と K 含有率の間には高い負の相関関係が認められ、その相関係数は千粒重と K 含有率との相関係数よりも高い場合が多かった。リットル重は粒の充実度の一つの指標であり、製粉歩留との関連が強いとされ、日本のコム

ギの農産物規格規定では、一等麦は 760 g 以上、二等麦は 710 g 以上と定められている¹⁰⁾。本報でのリットル重と製粉歩留との関係は、1987 年播アサカゼコムギでは、相関係数 0.21 と有意ではないが、1988 年播アサカゼコムギでは 0.60**, 1987 年播農林 61 号では 0.67**, 1988 年播農林 61 号では 0.76** と有意な正の相関関係が認められた。K 含有率と製粉歩留との相関係数は、第 2 表のように、1987 年播アサカゼコムギと 1988 年播農林 61 号では有意な相関関係は認められなかったが、1988 年播アサカゼコムギと 1987 年播農林 61 号で、それぞれ -0.64^{**} 、 -0.61^{**} の有意な負の相関関係が認められた。これらのことから、K 含有率とリットル重の高い相関関係は、K 含有率が製粉性にも影響することを示唆していると考えられる。

次に粒色の明度および彩度は、N 含有率との間に $-0.79^{**} \sim -0.95^{**}$ の負の相関関係が、Mn 含有率との間に $0.45^{*} \sim 0.76^{**}$ の正の相関関係が、N・Mg/K との間に $-0.56^{*} \sim -0.92^{**}$ の負の相関関係が認められた。N 含有率との関係について 1987 播の農林 61 号でみると (第 2 図)、赤色土の対照区は窒素含有率が低く、粒色の明度および彩度が高い所に位置するなど、土壌や施肥による違いが認められ

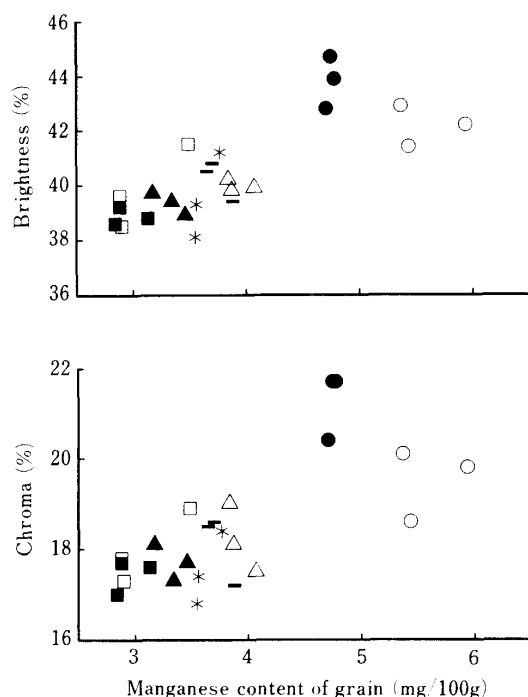


Fig. 3. Relationships between manganese content and brightness and choroma of grain color (Norin 61 in 1987).

Symbols aer same as Fig. 1.

た。しかし、土壌や施肥法の違いによらず、どの区もほぼ同一の回帰直線上にあると考えられ、窒素含量が低くなるほど、粒色の明度および彩度が高くなるという傾向は共通に認められた。

粒色の明度および彩度と Mn 含有率との関係について 1987 播の農林 61 号でみると (第 3 図)、全体では、Mn 含有率が高くなると、明度および彩度が高くなるという傾向が認められたが、土壌別にみると、赤色土のみ Mn 含有率が高い所に位置し、その対照区は改善区より Mn 含有率が低いにもかかわらず粒の明度および彩度が高かった。赤色土は第 2 図でみたように、N 含有率が低いいため粒色の明度および

Table 4. Correlations between R455 of wheat flour and 1000-grain weight and test weight.

	Asakazekomugi		Norin 61	
	1987	1988	1987	1988
n	24	36	24	18
1000-grain weight	0.47*	0.67**	0.72**	0.80**
Test weight	0.50*	0.67**	0.60**	0.78**

* and ** indiate significance at the 5% and 1% levels, respectively.

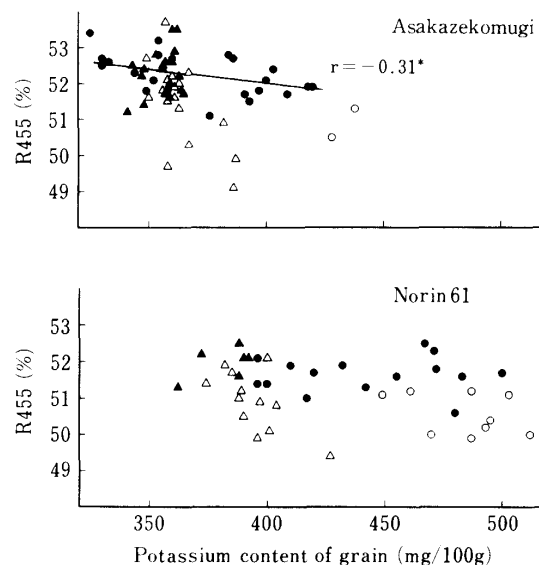


Fig. 4. Relationships between potassium content and R455 of flour.

- : 1988, 1000-grain weight are over 33 g in Asakazekomugi, 32 g in Norin 61,
- : 1988, 1000-grain weight are under 33 g in Asakazekomugi, 32 g in Norin 61,
- ▲: 1989, 1000-grain weight are over 33 g in Asakazekomugi, 32 g in Norin 61,
- △: 1989, 1000-grain weight are under 33 g in Asakazekomugi, 32 g in Norin 61.

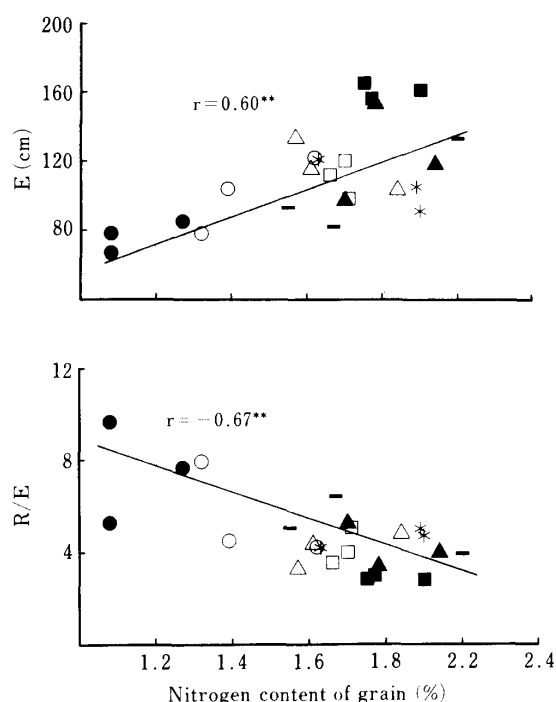


Fig. 5. Relationships between nitrogen content and E and R/E of micro-extensogram (Norin 61 in 1987).

	Control plot	Improved plot
Red soil	●	○
Gray Lowland soil	*	—
Thick High-humic Andosol	▲	△
Light-colored Andosol	■	□

彩度が高い、赤色土のコムギは、前報¹⁴⁾のように Mn 含有率が高いという特徴をもつため、見かけ上、Mn 含有率と粒色の明度および彩度に正の相関関係が認められたものと考えられる。また、粒色の明度および彩度は、N・Mg/K との間にも負の相関関係が認められた。しかし、これらの相関係数をみると N との相関で認められた相関係数よりも小さい場合が多く、N・Mg/K との有意な相関は、主に N の影響で有意な相関関係が認められたものと考えられる。

次に粉色の R455 (白さ) と K 含有率との間に $-0.45^{*} \sim -0.64^{**}$ の負の相関関係が認められた (第 3 表)。一方、第 2 表で K 含有率と相関が高かった千粒重やリットル重と粉色の R455 との関係をみると (第 4 表)、 $0.47^{*} \sim 0.80^{**}$ の正の相関関係が認められた。R455 と K 含有率の相関係数と、R455 と千粒重やリットル重との相関係数を比較すると、1987 播のアサカゼコムギを除き、後者の相関係数の方が値が大きかった。また、星野ら⁶⁾も粒大が小さくなると、粉色の R455 が低下することを認めている。そこで、第 4 図のように、K 含有率と R455 との関係をアサカゼコムギで千粒重 33 mg 以上、農林 61 号で千粒重 32 mg 以上のものだけでみると、年次による分布の違いは認められなくなり、アサカゼコムギの相関係数が -0.31^{*} 、農林 61 号の相関係数が

Table 5. Quality characters of wheat grown in different fertilizer application in Thick High-humic Andosol and Light-colored Andosol (1).

Soil type	Fertilizer application	Truog P_2O_5 (mg/100 g)	1000-grain weight (g)	Test weight (g)	Grain color		Flour yield (%)	Specific surface area (cm ² /g)
					Brightness %	Chroma %		
Thick High-humic Andosol	Control	2.0	34.5	814	42.5	19.3	60.4	3576
	Improved	19.5	32.9	804	42.6	* 19.6	61.1	3657
Light-colored Andosol	Control	1.8	* 36.3	808	40.9	19.0	62.7	3542
	Improved	12.9	33.8	794	41.8	19.4	61.1	3513

The examinations were carried out in Thick High-humic Andosol in 1988 and 1989 and in Light-colored Andosol 1988 only.

* : The value with this symbol was higher than the other at the 5% level.

Table 6. Quality characters of wheat grown in different fertilizer application in Thick High-humic Andosol and Light-colored Andosol (2).

Soil type	Fertilizer application	Flour color		Micro-extensigraph			
		R ₄₅₅ %	R ₅₅₄ %	Area (cm ²)	R _{max} (B.U.)	E (mm)	R/E
Thick High-humic Andosol	Control	51.8	65.9	* 96	* 513	120	4.5
	Improved	51.6	66.1	83	493	112	4.5
Light-colored Andosol	Control	52.1	66.5	* 104	397	142	2.9
	Improved	51.9	66.4	76	412	109	4.0

Notes are same in Table 5.

-0.11 となった。すなわち、アサカゼコムギでのみ弱い相関係数が認められるだけとなった。これらのことから、K 含有率と粉色の R455 (白さ) との相関が有意であるのは、K が胚乳より皮部分に多く存在するため¹⁴⁾、千粒重やリットル重が低下すると、胚乳歩合が低下し、カリウム含有率が増加するとともに、製品性が悪くなり、粉にふすまの混入が多くなって、粉の白さが低下するためと考えられた。

第3表では次に、マイクロエクステンソグラムの伸長度 (E) および形状係数 (R/E) と N 含有率との間にそれぞれ 0.51*~0.66** の正の相関関係および -0.52*~-0.68** の負の相関関係が認められた。これらの関係について 1987 播の農林 61 号でみると (第5図)、ばらつきはあるが、窒素含有率が高くなると伸長度は高くなり、形状係数は低くなる傾向が認められた。栽培条件の違いによる粗タンパク含有率の増加に伴う生地伸長度の増加と形状係数の低下は多くの報告^{8,9,12,15)} で認められており、本報でも同様の傾向であった。

また、第3表でマイクロエクステンソグラムの伸長度 (E) および形状係数 (R/E) は、N・Mg/K との間にもそれぞれ 0.53*~0.70** の正の相関関係および -0.54*~-0.71** の負の相関関係が認められた。これらのマイクロエクステンソグラム特性値の相関係数を比較すると、1988 播アサカゼコムギを除き、N 含有率単独より N・Mg/K との相関係数の方が大きかった。従って、Mg/K 比も生地特性に影響を与えていると考えられたが、その程度は N 含有率に比べれば小さいと推察された。

江口ら²⁾ は、品種と刈取時期および施肥法を組み合わせた試験で得られたコムギ子実について分析し、エクステンソグラム特性に P, K および Mg 含有率が関与することを報告している。本報では、エクステンソグラフではなく、マイクロエクステンソグラフを用いているため、江口ら²⁾ の報告と必ずしも単純に比較できないが、マイクロエクステンソグラム特性に P 含有率の影響が認められず、K および Mg 含有率の影響も小さいと考えられた。

前報¹⁴⁾ において、黒ボク土の可給態リン酸量が増加すると、収量が増加するとともに P および K 含有率や灰分含有率が増加した。これら成分の増加がコムギ品質にどのように影響するかを検討するために、1987 播および 1988 播の厚層多腐植黒ボク土と 1987 播の淡色黒ボク土について品質特性を比較したのが第5~6表である。可給態リン酸量の増加によ

って有意な変化が認められたのは、淡色黒ボク土における千粒重の低下、厚層多腐植黒ボク土における粒色の彩度の増加 (第5表)、厚層多腐植黒ボク土および淡色黒ボク土におけるマイクロエクステンソグラムの Area (面積) の低下と厚層多腐植黒ボク土における R max (伸長抵抗) の低下 (第6表) であった。粒色の彩度やマイクロエクステンソグラム特性の変化は、本報の第2図や江口ら³⁾ の報告のように、N 含有率の低下によるものであると考えられ、N 追肥等の改善で補うことが可能と考えられる。

淡色黒ボク土では、可給態リン酸量の増加によって千粒重が低下した。また、有意ではないが、2種類の黒ボク土ともにリットル重に低下の傾向が認められた。これらの千粒重やリットル重の低下は、前述のように製粉性に悪影響を及ぼす可能性がある。江口ら³⁾ は、リン酸増肥によって製粉性は低下しないが、粉の色相がやや低下することを報告している。第5表では、粉色については有意な変化は認められなかったが、前述のように、千粒重やリットル重が低下すると粉色の R455 (白さ) の低下に結びつく。このように、黒ボク土での有効態リン酸量の増加は、千粒重やリットル重の低下を通じて製粉性および粉色を低下させる可能性があるため、収量向上に及ぼす効果と千粒重およびリットル重を悪化させる効果の両方を考慮してリン酸の施用量を決定する必要がある。

謝辞: 本研究は、農業研究センター業務第2科の皆様のご協力のもとに行われた。また、国際農林水産業研究センター江口久夫氏には、有意義なご意見をいただいた。皆様に厚くお礼申し上げる。

引用文献

1. 江口昭彦・堀野俊郎・前田万里・細田 浩 1987. 小麦品質に関する研究 (第1報) 小麦粉の生地物性とゆでめん官能評価及びミネラル成分との関係. 日作紀 56 (別2): 297-298.
2. 江口昭彦・堀野俊郎・前田万里・細田 浩 1988. 小麦品質に関する研究 (第4報) ミネラル成分と小麦粉生地特性との関係. 日作紀 57 (別2): 111-112.
3. 江口久夫・平野寿助・吉田博哉 1969. 暖地におけるコムギの良質化栽培に関する研究 (第2報) 3要素施用量および窒素の施用時期・施肥法と品質との関係. 中国農試報 A17: 81-111.
4. 福岡忠彦・堀野俊郎 1989. 小麦とその60%粉の窒素およびミネラル含量. 日作紀 58: 502-506.
5. 平野寿助・江口久夫・吉田博哉 1970. 暖地におけるコムギの良質化栽培に関する研究 (第5報) 品質に及ぼす倒伏の影響. 中国農試報 A18: 15-28.

6. 星野次汪・伊藤誠治・谷口義則・佐藤暁子 1994. 東北地方におけるコムギの品質に関する研究 第2報 粒大と品質の関係. 日作紀 63:21-25.
7. 甲斐由美・佐藤淳一・前田万里・島田信二・堀野俊郎・渡辺 修 1987. 湿害処理が小麦穀粒のミネラル含量及び加工適性に及ぼす影響. 日作紀 56 (別2):267-268.
8. 金田雄二・青島洋一 1991. 重粘土地域における裏作小麦の品質向上からみた暗渠施工の効果. 農業技術 46:19-24.
9. 小麦品質研究班 1981. 小麦品質の地域的変動に関する研究. 農事試研資 4:1-108.
10. 農林水産技術会議事務局 1968. 小麦品質検定法—小麦育種試験における—. 研究成果シリーズ 35:10-29.
11. 南条正巳 1986. 可給態リン酸. 日本土壤肥料学会監修, 土壤標準分析・測定法. 博友社, 東京. 127-135.
12. Randall, P.J., J.R. Freney, C.J. Smith, H.J. Moss, C.W. Wrigley and I.E. Galbally 1990. Effect of additions of nitrogen and sulfur to irrigated wheat at heading on grain yield, composition and milling and baking quality. Aust. J. Exp. Agric. 30:95-101.
13. 佐藤暁子・末永一博・高田寛之・川口數美 1988. 第1報 同一施肥水準におけるコムギの生育・収量とその品種間差異. 日作紀 57:97-104.
14. 佐藤暁子・小柳敦史・和田道宏 1995. コムギの子実と粉の無機成分に及ぼす土壌の種類と施肥の影響 1. 子実と粉の無機成分含有率と灰分含有率の関係. 日作紀 65:29-34.
15. 田野崎真吾・北原操一・谷口義則 1985. 東北地域における小麦の品質 第1報 普通畑小麦と転換畑小麦との品質の差異. 日作東北支報 28:95-96.
16. 東北農業試験場 1992. 資料7. 農産物規格規定 (小麦). みちのく的小麦—生産から消費まで—. 東北農試研資 6:137.