

異なる土壌におけるコムギの生育と収量

第3報 節位別分げつの出現、有効化、収量に対する 寄与度におよぼす窒素とリン酸の増肥効果

佐藤 暁子・末 永一博*・川口 数美**

(東北農業試験場・*農業生物資源研究所)

要 旨: 試験は赤色土、厚層多腐植黒ボク土、淡色黒ボク土において、アサカゼコムギ、農林 61 号、農林 64 号を供試して行った。赤色土では 3 品種とも 3 回の窒素追肥により、多くの分げつの有効化率と子実重が増加した。農林 61 号と農林 64 号では、窒素追肥により生育中期以降に出現する分げつが著しく増加した。これらの分げつは、有効化率が低く、出現の増加は過繁茂につながったと考えられ、倒伏を助長した。アサカゼコムギは、窒素追肥しても生育中期以降の分げつの出現が増加せず倒伏しなかったため、平均 1 穂粒重の増加が大きかった。一方、黒ボク土ではリン酸 50 kg/10 a の増肥により、多くの分げつの出現率が増加し、T_c (鞘葉の葉腋から出現した分げつ)、T₁、T₂、T₃ (主稈の第 1~3 葉の葉腋から出現した分げつ) の子実重が増加した。農林 64 号はリン酸の不足する黒ボク土においては T₁ の出現率と有効化率が高いという有利性を示したが、リン酸増肥によりアサカゼコムギと農林 61 号でも T₁ が出現し収量に寄与することになったことで収量の品種間差異が小さくなった。

キーワード: 黒ボク土、出現率、赤色土、倒伏、土壌型、品種間差異、穂数、有効化率。

Growth and Grain Yield of Wheat in Relation to Differences in Soil Groups III. Effects of the additional application of nitrogen or phosphoric-acid on the tiller growth and grain yield: Akiko SATO, Kazuhiro SUENAGA* and Kazumi KAWAGUCHI* (*Tohoku National Agricultural Experiment Station, Morioka 020-01*; **National Agrobiological Resources, Tsukuba 305, Japan*)

Abstract: This research was conducted with three varieties (Asakazekomugi, Norin 61 and Norin 64) in Red Soil, Thick High-humic Andosol and Light-colored Andosol. In Red Soil the survival and grain yield of tillers was increased in three varieties by the three times of nitrogen topdressing. In Norin 61 and Norin 64 nitrogen topdressing increased extremely the emergence of T_R (tillers that emerged since the middle of the tillering stage, and their survival rate was very low). This higher emergence rate of T_R resulted in rank growth and increased lodging. In Asakazekomugi, nitrogen topdressing did not increase the emergence of T_R and lodging, resulting in higher grain weight per spike. In the two Andosols, the emergence of tillers was increased and the grain yield of T_c (coleoptile tiller), T₁, T₂, and T₃ (tillers in axils of the first, second and third main stem leaves) were increased by the additional application of 50kg/10a P₂O₅. Norin 64 had higher emergence and survival rate in T₁ and higher yield than the other two varieties in Andosols which were phosphoric-acid-deficient soils. Since the T₁ of Asakazekomugi and Norin 61 emerged and were ear-borne by the additional application of 50kg/10a P₂O₅ in Andosols, the varietal difference of grain yield was smaller than control.

Key words: Andosol, Emergence rate, Lodging, Red Soil, Soil type, Spike number, Survival rate, Varietal difference.

著者らは前報¹⁰⁾において、異なる土壌における節位別分げつの出現と有効化の過程を検討し、その差違が生ずる要因について考察した。しかし、同じ種類の土壌においても肥培管理の違いによりコムギの生育経過が異なり、窒素やリン酸の施用量が茎数や穂数に影響をおよぼすことが多く報告^{1,3,5,7,11)}されている。

そこで、本報では、前報¹⁰⁾で検討した結果を参考にして、収量が低かった赤色土、厚層多腐植黒ボク土および淡色黒ボク土において、それらの土壌特性に合わせて、窒素あるいはリン酸の増肥を行い、節位別分げつの出現率、有効化率や収量に対する寄与

度の変化およびそれらの品種間差違について検討した。

材料と方法

試験は、1983 年に茨城県つくば市の農業研究センターで、赤色土、厚層多腐植黒ボク土および淡色黒ボク土を 80 cm の深さまで充填した無底大型コンクリート枠圃場で行った。前報¹⁰⁾で収量が高かった灰色低地土を含めた、各土壌の化学的特性は第 1 表のとおりである。

この中で赤色土は C/N 比が低く可給態窒素が少ないという特徴があり、前報¹⁰⁾で示したとおり各分げつの出現率および有効化率ともに低い結果となっ

** 現在、三和生薬株式会社。

Table 1. Chemical properties of soil type.

Soil Type	pH (H ₂ O)	Total carbon C(%)	Total nitrogen N(%)	C/N ratio (%)	Avilable nitrogen (mg/100 g)	Available phosphoric acid
Gray Lowland soil	5.5	1.56	0.13	12.0	5.58	32.6
Red Soil	5.6	0.82	0.11	7.5	4.07	32.9
Thick High-humiic Andsol	5.5	7.65	0.39	19.6	5.90	nil
Light-colored Andsol	5.6	4.78	0.34	14.1	3.69	nil

Table 2. Effect of the topdressing of nitrogen on yield and yield components of three varieties in Red Soil.

N application Variety	Grain yield (g/m ²)	No. of Spike (/m ²)	Grain Weight per spike (g)	No. of grains per spike	1000-grain weight (g)	Degree of lodging (0—5)
6.4-0-0-0 N•kg/10 a (Control)						
Asakazekomugi	405±44	363±18	1.12±0.06	30.0±1.3	37.2±0.6	0, 0
Norin 61	499±56	416±28	1.20±0.06	30.4±1.2	39.4±0.2	0, 0
Norin 64	491±16	424±30	1.17±0.06	37.4±2.0	31.4±0.1	0, 0
6.4-4.5-4.5-4.5 N•kg/10 a (Topdressing)						
Asakazekomugi	752±2 (186)	556±0	1.36±0.01	35.8±2.0	38.0±1.9	0, 0
Norin 61	640±29 (128)	504±42	1.28±0.05	33.6±2.6	38.0±1.5	2, 2
Norin 64	618±28 (126)	619±62	1.03±0.08	37.8±4.6	27.6±0.7	4, 3
Analysys of variance						
N application	**	**	—	—	—	—
Variety	—	—	—	—	**	**

Average of two replications ±S. D.

The values in parenthesis are percentage of the grain yield on 6.4-4.5-4.5-4.5 N•kg/10 a to those on 6.4-0-0-0 N•kg/10 a of in each variety.

Degree of lodging are showed from nil(0) to severe(5) at two replications.

** : significant at 1% level.

ていた。一方、2つの黒ボク土では第1表のように可給態リン酸が極めて少ないという特徴があり、前報¹⁰⁾において分げつ初期の分げつの出現率が低く生育初期からリン酸が不足すると考えられた。

そこで、各土壌とも、窒素、リン酸、カリをそれぞれ成分で6.4 kg/10 aを基肥として施用した区を対照区とし、赤色土に対しては、分げつ期、穎花分化期、穂揃期に硫酸を窒素成分で各々4.5 kg/10 a、計13.5 kg/10 a追肥した窒素追肥区(合計N 20 kg/10 a)を設定した。また、2種類の黒ボク土に対しては重焼リンをリン酸成分で50 kg/10 aを基肥として加えたリン酸増肥区(合計56.4 kg/10)を設定した。

供試品種は前報¹⁰⁾と同様、アサカゼコムギ、農林61号および農林64号を供した。アサカゼコムギは肥沃な灰色低地土で多収が得られた品種(育成、九州農試1978)、農林61号は関東東海地域で最も作付

面積の多い品種(育成、佐賀県農試1944)、農林64号は可給態リン酸が少ない黒ボク土で多収が得られた品種(育成、群馬県農試1944)である。

播種は、10月31日に種子テープを用いて条間17 cmのドリル播とし、平均発芽数は約130/m²であった。

1区面積は約7 m²で、区全体の収量および収量構成要素の調査は、各水準内で2反復実施した。なお、平均1穂粒重は刈束から500穂を無作為に採取し調べた。穂数は、区全体の子実重と平均1穂粒重から算出した。また、各処理につき1条1 m間にある約20個体について、主要な分げつの出現時に節位を識別するためのリングをつけ、節位別分げつの出現率、有効化率、主稈および分げつ別の粒重について調査した。なお、区全体の収量に〔主稈および分げつ別の粒重/全茎の合計粒重〕の比率を乗じて、主稈および分げつ別の収量を算出した。

分げつ茎の呼称は主稈を M とし鞘葉の葉腋から出現した分げつを T_c 、主稈の第1~3葉の葉腋から出現した分げつを $T_1 \sim T_3$ 、第1葉の葉腋から出現した分げつを T_{1P} 、これら以外の分げつを T_R とした。なお、 T_R の出現率は T_c 、 $T_1 \sim T_3$ 、 T_{1P} 以外の分げつが1本でも生じた場合を100%とした。

結 果

1. 赤色土における窒素追肥の効果

第2表に収量および収量構成要素を示した。窒素追肥により、3品種とも穂数が増え増収となった。農林61号と農林64号は窒素追肥区で倒伏したがアサカゼコムギは、窒素追肥区でも倒伏せず、穂数、1穂

粒数、千粒重とも増加率が高く、最も収量が高くなった。

第1図に主稈と分げつの出現率、有効化率、子実重を示した。窒素追肥によって、分げつの出現率(第1図-a)は、アサカゼコムギでは $T_1 \sim T_3$ および T_{1P} で、農林61号では T_c 、 T_{1P} および T_R で、農林64号では T_c および T_R で増加した。農林61号と農林64号では窒素追肥により T_R の出現率が急増したのに対し、増収率が高かったアサカゼコムギでは、 T_R の出現率がほとんど変化しなかった。

有効化率(第1図-b)は、3品種ともすべての分げつで顕著に向上し、 T_1 および T_2 はほとんどが有効穂となった。分げつ別の子実重(第1図-c)も3品

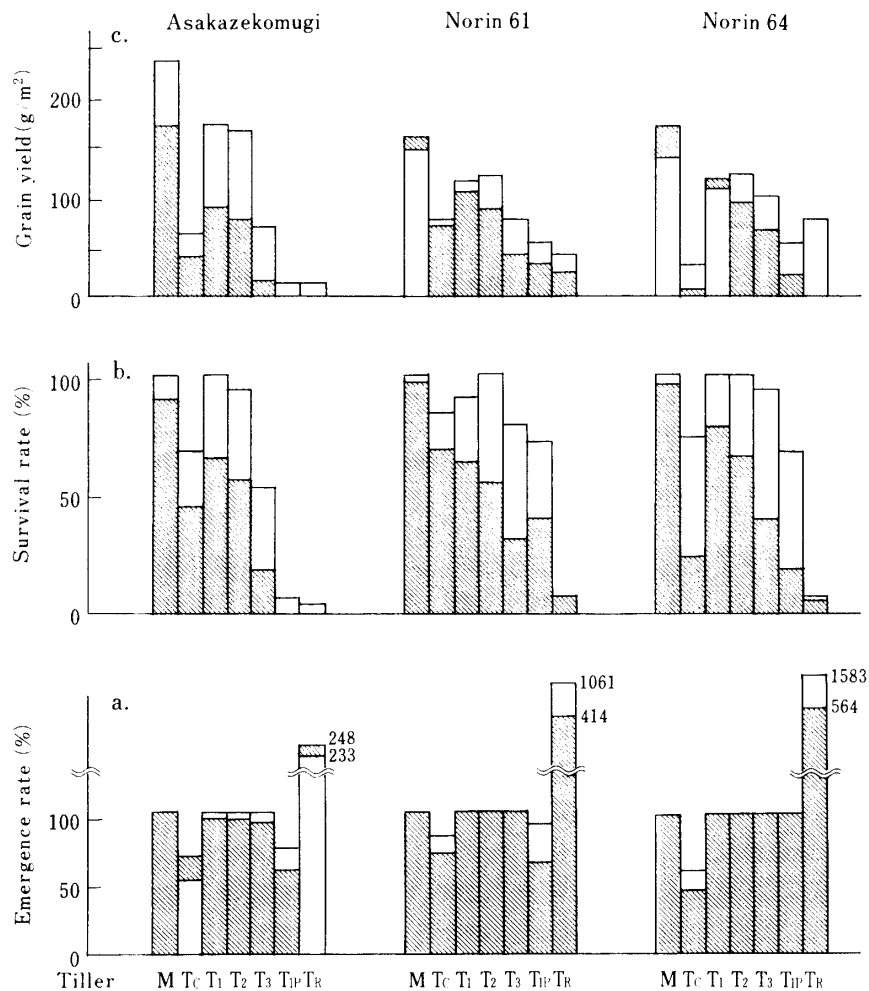


Fig. 1 Effect of the topdressing of nitrogen on emergence and survival rates and grain yield of tillers in Red Soil.

□; 6.4 0-0-0 N · kg/10 a, ▨; 6.4 4.5-4.5 N · kg/10 a.

The emergence rate of T_R was calculated as a plant produced one tiller is 100%. M; Main stem, T_c ; Coleoptile tiller, $T_1 \sim T_3$; Tillers in axils of first-third main stem leaves, T_{1P} ; Tiller in axils of T_1 prophyll, T_R ; other tillers.

Table 3. Effect of the additional application of phosphoric-acid on yield and yield components of three varieties in Light-colored Andsol.

P ₂ O ₅ application Variety	Grain yield (g/m ²)	No. of Spike (/m ²)	Grain Weight per spike (g)	No. of grains per spike	1000-grain weight (g)	Degree of lodging (0-5)
6.4 P ₂ O ₅ •kg/10 a (Control)						
Asakazekomugi	428±97	315±54	1.36±0.08	37.2±1.8	36.6±0.4	0, 0
Norin 61	405±76	296±26	1.24±0.01	38.4±0.1	35.8±0.3	0, 0
Norin 64	556±16	468±20	1.20±0.01	38.4±1.1	31.5±1.3	0, 0
56.4P ₂ O ₅ •kg/10 a						
Asakazekomugi	599±98 (140)	448±71	1.34±0.01	35.6±0.4	37.5±0.1	0, 0
Norin 61	532±19 (131)	374±16	1.42±0.01	39.8±0.1	35.8±0.3	0, 1
Norin 64	611±40 (110)	510±37	1.21±0.00	39.4±1.8	31.0±0.8	0, 1
Analysys of variance						
P ₂ O ₅ application	**	**	—	—	—	
Variety	—	**	**	*	**	

Average of two replications ±S. D.

The values in parenthesis are percentage of the grain yield on 56.4 P₂O₅•kg/10 a to those on 6.4 P₂O₅•kg/10 a of in each variety.

Degree of lodging are showed from nil(0) to severe(5) at two replications.

** and *: significant at 1% and 5% level, respectively.

種のほとんどの分けつで向上した。窒素追肥区で増収率が高かったアサカゼコムギでは、主稈や T₁ および T₂ の子実重の増加が著しい特徴があった。

2. 黒ボク土におけるリン酸増肥の効果

試験は厚層多腐植黒ボク土と淡色黒ボク土で行ったが、両黒ボク土ともほぼ同じ結果が得られたので、ここでは淡色黒ボク土での結果について述べる。

第3表に収量および収量構成要素を示した。リン酸増肥により、3品種とも主として穂数が増加することによって増収した。対照区では農林64号が、他の2品種に比べ穂数が多く収量が高いという特徴があったが、リン酸増肥区ではアサカゼコムギや農林61号のほうが穂数や収量の増加率が大きく、収量の品種間差異が小さくなった。

第2図に主稈と分けつの出現率、有効化率、子実重を示した。リン酸増肥によって、アサカゼコムギと農林61号ではほとんどの分けつの出現率が増加した(第2図-a)。その結果、対照区では前報¹⁰⁾と同様に、農林64号が他2品種に比べ T₁、T₂ および T₃ の出現率が高かったが、リン酸増肥区では他2品種も T₁、T₂ および T₃ が80~100%出現するようになった。T_{1P}、T_R の出現率はアサカゼコムギが最も少なく、農林64号で多かった。

有効化率(第2図-b)は、T_C についてはすべての場合増加し、T₁ については農林61号を除いて増加

した。しかし、遅く出現する T₃、T_{1P}、T_R については、対照区の方が有効化率が高い場合が多かった。3品種とも T_C、T₁ および T₂ の子実重が向上し、アサカゼコムギと農林61号では T₃ の子実重も向上した(第2図-c)。

3品種の T_C、T₁、T₂ および T₃ の子実重を第4表に示した。農林64号は対照区では他2品種より T₁、T₂、T₃ の子実重が多かった。しかし、リン酸の増肥によりアサカゼコムギと農林61号の T_C や T₁~T₃ の子実重が増加し、とくにアサカゼコムギは増加率が大きく、農林64号との差異が小さくなった。

考 察

赤色土では、3回の窒素の追肥によりすべての分けつの有効化率が向上して穂数が増加し、各分けつの収量も増加した。このことは、窒素の増肥により、分けつの有効化率が高まり、増収するという報告^{2,3,4,9,11,13)}や有効化率が窒素含有量と密接な関係があるという報告¹²⁾と一致する。

農林61号と農林64号では、窒素の追肥により T_R の出現率が大きく増加したが、これらの分けつの有効化率は極めて小さい。農林64号は、窒素追肥区において T_R の子実重が収量の約12%を占め、収量に対する T_R の寄与度が比較的高かった。しかし、T_R の出現数の多さが過繁茂につながったと考えら

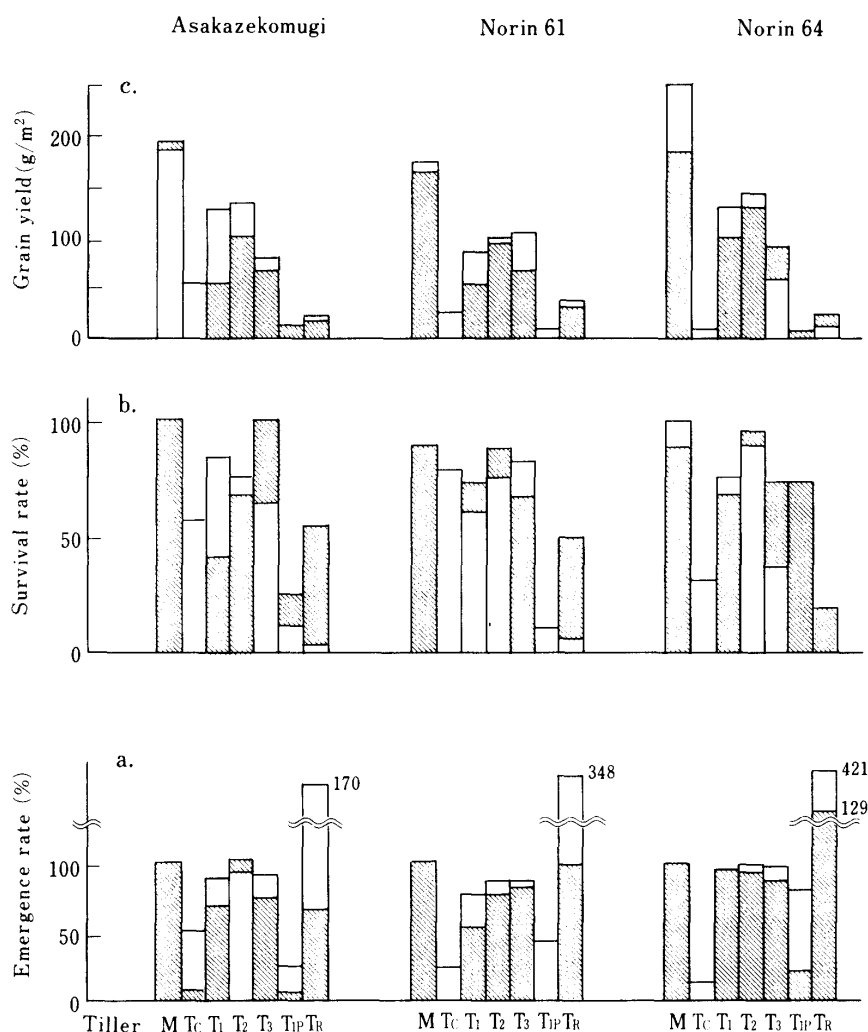


Fig. 2 The effect of the additional application of phosphoric-acid on emergence and survival rates and grain yield of tillers in Light-colored Andosol.

▨: 6.4 P 205 · kg/10 a, □: 56.4 P 205 · kg/10 a.

The emergence rate of T_R was calculated as a plant produced one tiller is 100%. Abbreviations M, T_c , T_1 - T_3 , T_{1P} and T_R , see fig.1.

Table 4. The effect of the additional application of phosphoric-acid on varietal differences in grain weight of T_c , T_1 , T_2 , T_3 in Light-colored Andosol (g/m²).

Variety	6.4 P ₂ O ₅ kg/10 a				56.4 P ₂ O ₅ kg/10 a			
	T_c	T_1	T_2	T_3	T_c	T_1	T_2	T_3
Asakazekomugi	0	54	98	64	52	125	132	80
Norin 61	0	55	97	63	24	82	100	105
Norin 64	0	102	132	94	4	132	147	64

T_c , T_1 , T_2 , T_3 : Coleoptile tiller, and tillers on the axils of first-, second-, and third-main stem leaves.

れ倒伏を助長した。窒素追肥による増収率が大きかったアサカゼコムギでは、窒素追肥による T_R の出現率の増加が少なかった。アサカゼコムギは高収量

水準で耐倒伏性が強く⁸⁾、登熟期の下葉の枯上がりが遅く登熟後半の CGR (個体群生長速度) が高い⁶⁾ 特徴があるとされている。窒素増肥によっても T_R

の出現数が増加しないアサカゼコムギのこの特性は、過繁茂や倒伏を発生させず、出現した分げつの有効化率や1穂粒重の低下が少なく、増収に有利に働いたものと判断した。

一方、黒ボク土では、基肥のリン酸を増肥すると、多くの分げつの出現率が増加し、主に T_c , T_1 , T_2 , T_3 の穂数や収量が増加した。このことは、リン酸の施用に伴い、茎数や穂数が増加したという報告^{1,5)}と一致する。

農林64号はリン酸の不足する黒ボク土においては、 T_1 の出現率と有効化率が高いという有利性を示した¹⁰⁾が、アサカゼコムギと農林61号においてもリン酸の増肥により T_1 の出現率が向上し、収量の品種間差異が小さくなった。従って、黒ボク土での農林64号の有利性は、リン酸施肥の改善によりなくなることが明かとなった。

謝辞 本研究を行うにあたり、終始有益な助言をいただいた農業研究センター畑土壌肥料研究室の皆様および試験遂行にご協力頂いた企画調整部業務第二科の皆様に厚くお礼申し上げます。

引用文献

1. Black, A.L. 1970. Adventitious roots, tillers, and grain yield of spring wheat as influenced by N-P fertilization. *Agron. J.* 62: 32—36.
2. Cannell, R.Q. 1969. The tillering pattern in barley varieties. I. Production, survival and contribution to yield by component tillers. *J. Agric. Sci. Camb.* 72: 405—422.
3. Hay, R.K.M. and A.J. Walker 1989. An introduction to the physiology of crop yield. Longman Scientific & Technical, New York. 179—182.
4. Ishag, H.M. and M.B. Taba 1974. Production and survival of tillers of wheat and their contribution to yield. *J. Agric. Sci. Camb.* 83: 117—124.
5. Knapp, W.R. and J.S. Knapp 1978. Response of winter wheat to date of planting and fertilization. *Agron. J.* 70: 1048—1053.
6. 野中舜二 1984. 45. アサカゼコムギ. 川嶋良一監修, 新編農作物品種解説. 農業技術協会, 東京. 135—136.
7. 小野剛志・高橋康利・神山芳典・折坂光臣・新毛晴夫 1987. 岩手県南部の転換畑における土壌型別小麦の施肥法. 岩手県農試研報 26: 20—47.
8. 小柳敦史・佐藤暁子・江口久夫 1988. 関東以西におけるコムギ品種の収量水準からみた耐倒伏性. *NARC研究速報* 5: 13—17.
9. Power, J.E. and J. Alessi 1978. Tiller development and yield of standard and semidwarf spring wheat varieties as affected by nitrogen fertilizer. *J. Agric. Sci. Camb.* 90: 97—108.
10. 佐藤暁子・末永一博・高田寛之・川口数美 1992. 異なる土壌における小麦の生育と収量. 第2報 節位別分げつの出現, 有効化および収量に対する寄与について. *日作紀* 61: 349—355.
11. Simons, R.G. 1982. Tiller and ear production of winter wheat. *Field Crop Abst.* 35: 857—871.
12. 中條博良・藤田明彦・三本弘乗 1990. コムギにおける分げつの消長と乾物重および窒素吸収. *日作紀* 59: 245—252.
13. 八柳三郎・細田 清・関 寛蔵 1953. 小麦の追肥に関する試験. *東北農業研究* 1: 68—69.