

秋播小麦の道内主要栽培地における施肥反応

第2報 施肥効果と土壤肥沃度との関係ならびに養分吸収調査

長谷部俊雄† 宮脇 忠†

RESPONSE OF WINTER WHEAT TO FERTILIZER ON THE MAIN TYPES OF SOILS IN HOKKAIDO

2. Relationship of Soil Fertility to the Effect of Fertilizer Treatment, and Nutrient Absorption

Toshio HASEBE & Tadashi MIYAWAKI

前報に引続き本報告においては三要素、堆肥、熔成燐肥の施用効果を土壤肥沃度との関連において考察するとともに、一部の試験地について肥料要素の分析を行ない、養分吸収量、吸収養分の子実への移行率、吸収率などについて検討を行なった。

I 緒 言

秋播小麦の道内主要栽培地における施肥反応とくに窒素・燐酸・加里の三要素ならびに熔成燐肥と堆肥の施用効果に関する試験を実施し、第1報では試験地別に行なった生育収量の調査結果の全道的な平均値を求めるとともに、秋播小麦の生育とそれに影響を及ぼす気象・土壤条件をもとに、4地域10地区に類別して考察を行なった。そしてかかる立地的なとりまとめに引続いて、第2報においては肥料処理別に肥効発現程度と土壤中の養分含量との関連、さらに一部の試験地について肥料要素の吸収について検討を行なった。従来、本道において行なわれてきた秋播小麦についての肥料試験例は、えん麦・大豆・てん菜・馬鈴薯などの畑作物に比べて著しく少なく、とくに肥料処理効果について、土壤肥沃度との関連ないし養分吸収をも含めて考察したものは皆無であり、ここに得られた結果は秋播小麦に対する施肥基準設定にあたって第1報とともに充分参考になりうるものと考え、ここに結果を報告する。

II 試験方法

肥料処理効果と土壤中の養分含量との関連についてのとりまとめには、第1報で示した収量と土壤化学性の調査結果を基礎資料として用いた。

また養分吸収の検討は、現地普及所より送付の脱穀収量調査ずみの子実部と茎葉部について、常法により窒素・燐酸・加里・石灰・苦土の分析を行ない吸収量の算出を行なった。

III 試験結果と考察

A 施肥効果と土壤肥沃度との関係

土壤の肥沃度と作物の反応との一般的関係について、吉田²⁾は3つの段階を考え、第1は肥沃度が低く、作物に養分欠乏症状が現われ、肥料施用効果の著しい段階、第2は一見して作物に異常な症状は現われないが、まだ最高収量には達せず、肥料の施用による増収が明らかに認められる段階、第3は肥沃度が最も高く、無肥料で最高収量が得られる段階であるとし、いかにして第1と第2の2つの欠乏段階を明らかにするかが施肥対策上、重要な鍵であるとしている。この土壤の肥沃度は

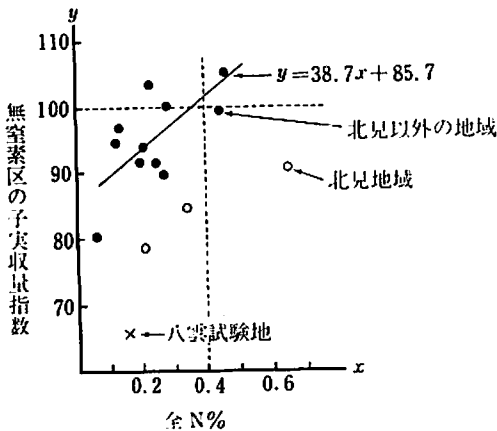
† 中央農業試験場

実際には肥料要素別に考慮すべきであり、土壌が作物に容易に供給しうる養分量、すなわち土壌の有効態養分の定量法については窒素・リン酸・加里のほか、特殊要素ならびに微量元素について別々に検討が古くからすすめられてきたものの¹³⁾、これの農家段階への利用について、わが国では昭和41年度に農業諸事情の変化にともない土壌診断事業が地力保全対策の一環として全国的にとりあげられるに至って、ようやく緒についたもので今後の発展が期待される。ここでは土壌化学性の分析を行なった試験地については窒素・リン酸・加里の三要素施用効果と土壌中の養分含量との関係を、また堆肥・熔成腐肥については全試験地にわたって肥効発現条件とくに土壌肥沃度との関係を検討した。

1 窒 素

厚沢部・七飯・八雲・壮瞥・伊達・忠庭・千歳・富良野・美瑛・中川・幕別・網走・女満別・小清水の14試験地について、土壌中の全窒素含量と無窒素区子実重の三要素区子実重に対する収量指数との関係を第1図に示した。これによると両者の

第1図 土壌中の全N含量と無窒素区の三要素区に対する子実収量指数との関係



間に正の相関があるよううかがわれるが、北見地域の3試験地は、北見以外の試験地とくらべ土壌中の全窒素含量が同一でも、窒素欠除にともなう減収度合の大きいこと、逆にいえば窒素施肥効果の高いことが知られる。この点については土壌窒素の無機化の程度と基肥窒素の施用効率が関係

すると考える。また表土と共に、心土の腐植含量が極端に低い八雲試験地も、ほかの試験地とは異なった関係を示していることから、これら4試験地を除いた10試験地について、土壌中の全窒素ならびに腐植含量と「無窒素区の10a当たり子実収量」；「無窒素区の三要素区に対する子実収量比率」；「無窒素区と三要素区との子実収量差」について、両者の相関係数を求め第1表に示した。これによると、無窒素区の子実収量とは有意な相関

第1表 土壌中の全窒素・腐植含量と子実収量との相関係数

収量	土壌化学性	全窒素	腐植
無窒素区の子実収量		0.473	0.201
三要素区の子実収量		0.291	0.198
無窒素区子実収量 / 三要素区子実収量		0.671*	0.702*
三要素区子実収量 - 無窒素区子実収量		-0.681*	-0.742**

(n=10)

は認められないが、無窒素区の三要素区に対する子実収量比率、または三要素区と無窒素区との子実収量差については、土壌中の窒素または腐植含量と有意な相関関係が認められた。

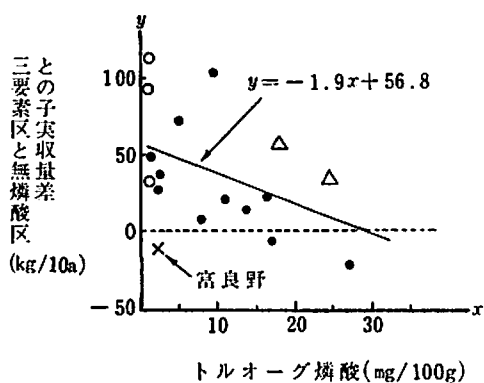
さて土壌中に有機物が多ければ、窒素供給力も高いことは普通に考えられることであるが、一方土壌よりの窒素供給が、いわゆる易分解性有機物の分解により行なわれることを考慮すれば、土壌有機物の量および質、さらにそのおかれた環境条件などによって窒素供給の多寡は規正されるものと考えられる。赤塚ら¹⁴⁾は本道地域内数か所の畑土壌について窒素供給力の検定について培養法と化学的検定法との比較を行ない、また南ら¹⁵⁾はえん麦の無窒素区の窒素吸収量と各種可給態窒素測定との相関係数を求め、微生物法で0.8、熱水抽出または酸加水分解で0.7前後の有意な相関を得たが、全窒素とは0.4の値を得て有意な相関があるとは認められなかったとしている。今回の調査では、作物の窒素吸収量ならびに可給態窒素の測定を行っていないので、無窒素区の窒素吸収量で示される土壌窒素供給量と可給態窒素含量との相関を明らかにすることはできなかったが、第1表に示したように、三要素区に対する無窒素区の

子実収量比率で示される土壤窒素供給力に対し、土壤の全窒素ないし腐植含量が高い相関をもったことについては、秋播小麦の生育期間が春播麦類にくらべて著しく長く、したがって土壤窒素の利用期間の長いことが大いに関係しているものと考えられる。

2 磷 酸

七飯・厚沢部・八雲・伊達・北磐・千歳・恵庭・富良野・美瑛・中川・木別・幕別・北見(2か所)・網走・女満別・小清水の17試験地について TRUOG 磷酸と「無磷酸区の子実収量」, 「無磷酸区の三要素区に対する子実収量比率」, 「三要素区と無磷酸区との子実収量差」との相関係数をそれぞれ求め、第2表に示すとともに、第2図には最高の相関係

第2図 土壤中の Truog 磷酸含量と
磷酸施用効果との関係



第2表 土壤中の Truog 磷酸含量と
子実収量との相関係数

収 量	土壤化学性	Truog's 磷酸
無磷酸区の子実収量		0.153
三要素区の子実収量		0.026
子実収量比 (無磷酸区/三要素区)		0.249
子実収量差 (三要素区-無磷酸区)		-0.429

注) $n=17$, $P(0.05) : 0.456$

数を示した要因について、両者の関係を図示した。これによると、無磷酸区ならびに三要素区の子実収量と TRUOG 磷酸含量との間にはほとんど相関がみられず、両処理区の子実収量差について、初

めてかなり高い相関係数値を得ているものの、5%水準で有意な値ではなかった。しかしこれらの数値から、TRUOG 磷酸の多い土壤では、少ない土壤に比べて磷酸施用による子実増収効果の低い傾向にあることがうかがわれる。なお趨勢直線より大きく隔たり、土壤中の可給態磷酸含量に比べて、施肥磷酸効果の高い例は粗粒火山灰土壤と、播種時期が標準より大きく遅れた場合にみられる一方、可給態磷酸が少なくても磷酸施用効果が認められなかった例として、富良野試験地があげられ、この場合は積雪期間の長いことを始めとし、磷酸以外に収量構成要素を減少し、子実収量を低下させる理由があったためと考える。

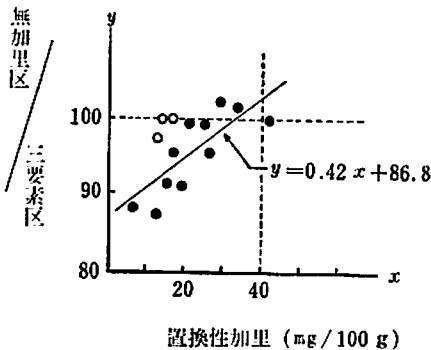
土壤中の可給態磷酸含量の測定法ならびに測定値と、作物生育との関係について W・L・NELSON ら¹⁰⁾の解説があり、本試験で用いた TRUOG 法による測定法については、道内においても、庄子ら¹¹⁾は土壤中の可給態磷酸含量を示す A-value と TRUOG 磷酸との間に、また南ら¹²⁾は無磷酸区における作物体の磷酸吸収量と作付前の TRUOG 磷酸含量との間にそれぞれ有意な相関係数を得ている。しかしこれらの試験結果は、えん麦を用いたポット試験から得たものであり、秋播小麦のように生育期間が長く、生育前半の気象条件の良否が磷酸の肥効に大きく影響しやすい作物を対象として、しかも全道的に行なった現地は場試験成績をとりまとめる場合には、高い相関値はなかなか得難いものとする。また地力保全調査においては、土壤生産力可能性等級決定のための基準項目の1つとして養分の豊否をあげ、その要因項目の1つの可給態磷酸含量について、TRUOG 法による値で乾土当たり 10 mg 以上、10~2 mg、2 mg 以下の3段階にわけ可給態磷酸含量の少ない土壤ほど磷酸施用量増加の必要があるとしている¹³⁾。しかし TRUOG 法によって得られる値は火山灰土壤の場合には抽出された磷酸の土壤による2次的吸収のため過少に出る場合が多いとされ¹⁴⁾、山本¹⁵⁾は火山性土壤を対象とした場合の有効態磷酸の定量法は Ca 型磷酸よりも Al 型磷酸を測定する方が蓄積磷酸の推定と共に磷酸施用の指標をたてる上に有効であるとしている。この調査では火山性土壤

と非火山性土壌を同じく TRUOG 法で分析し、沖積土壌ならびに粗粒火山灰土壌では高い値が得られているが、細粒火山灰土壌ではすべて 0.2~1.6 mg の間にあり、前者の土壌とくらべて著しく少なく、これらをかみにして計算したことも相関係数値を低めた 1 つの理由と考える。

3 加里

窒素と同じ試験地について置換性加里含量と「無加里区の子実収量」、「子実収量比(無加里区/三要素区)」、「子実収量差(三要素区-無加里区)」との関係についての調査結果を第 3 図ならびに第 3 表にとりまとめた。これによると置換性加里含量と子実収量比との間には有意な相関がみられた。

第 3 図 土壌中の置換性加里含量と無加里区の三要素区に対する子実収量指数との関係



第 3 表 土壌中の置換性加里含量と子実収量との相関係数

収量	土壌化学性	置換性加里
無加里区の子実収量		0.509
三要素区の子実収量		0.261
子実収量比 (無加里区/三要素区)		0.736**
子実収量差 (三要素区-無加里区)		-0.652*

(n=10)

この場合に北見地域の 3 試験地を除いて計算したが、第 3 図からわかるように、この 3 試験地は置換性加里含量が幾分低くても、ほかの地点と比べて加里欠乏が出にくい傾向にあることが認められた。なお地力保全調査の土壌生産力可能性等級の決定において、置換性加里含量を 15 mg 以上、15~8 mg、8 mg 以下の 3 段階に分けて加里養分の

豊否を区分している¹³⁾。この調査では分析点数 10 点のうち 1 点だけが 15 mg 以下を示すにとどまり、ほかはすべて 15 mg 以上とかなり高い値を示しているが、この程度の含量でも子実重比率で 1 割前後の加里施用効果のあることが知られた。

4 堆肥

堆肥の施用の効果について古くから数多くの試験がなされ、土壤理化学性の不良な瘠薄地で施用効果の顕著なことが知られ¹⁵⁾¹⁶⁾、効果発現の理由については、直接効果としての養分供給と間接効果としての物理性および化学性改良の効果があげられる。肥料養分の供給については、養分吸収量からみて堆肥施用により各種肥料成分が能率的に吸収され、とくに加里の含有率を著しく高め、その吸収量の増加をきたすことが知られている⁹⁾。

さて本試験における堆肥の施用効果を全道的立場から整理してみると、腐植含量の少ない粗粒火山灰層が厚く堆積している八雲、千歳、恵庭では三要素区収量を 100 とした場合に 119~128 % ときわめて高い増収効果がみられ、次いで下層土に堅密層ないし化学性不良土層のみられる壮瞥、伊達、富良野ならびに黒ぼく土の七飯、網走で 110~116 % の施用効果がみられた。その他の試験地の女満別、幕別、厚沢部、中川、上湧別では 103~106 % と三要素区と比べて幾分増収効果がみられるにとどまり、長沼、美瑛、小清水、美幌では 97~101 % と施用効果がほとんどみられず、南富良野の 1 例だけは起生期後の寡雨による干ばつが有効穂数の低下と結びついたためか両年とも堆肥施用により減収を示した。

ここで堆肥施用効果の程度と土壤生産力との関係を見るために、堆肥併用による増収率と三要素区の子実収量との相関係数を、南富良野と長沼の

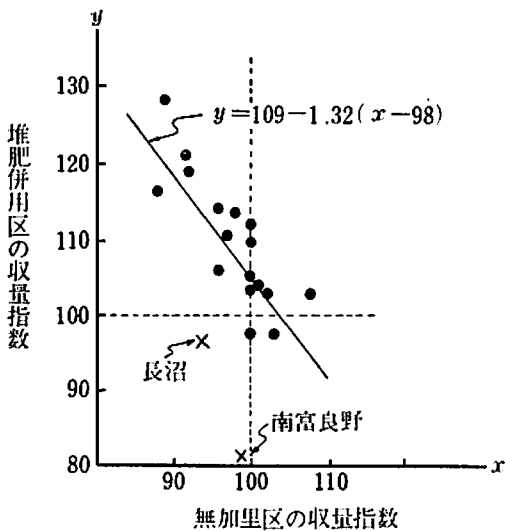
第 4 表 堆肥施用区と無要素区の子実収量指数間の相関係数

	堆肥施用区の子実収量指数
無窒素区子実収量指数	-0.225
無磷酸区子実収量指数	-0.043
無加里区子実収量指数	-0.819**
三要素区子実収量	-0.415

(n=17 P 0.05=0.456)

2 試験地を除いた 17 試験地について求め第 4 表に示した。両者の間には 5% 水準で有意ではないが、傾向として負の相関の存在がうかがわれ、この点については、徳永¹²⁾が関東東山地域における有機物施用効果のとりまとめにおいて、堆肥の増収効果は三要素区の収量がある程度以下の場合に高いとしているのと軌を一にしている。さらに第 4 表には三要素区に対する堆肥併用区と各三要素欠除区の収量指数との相関係数を求め、堆肥がもつ直接的な肥料効果を三要素別に知ろうとした。これによると、無磷酸区とは全く相関がみられず、無窒素区についても有意な値は得られず、無加里区についてだけに有意な相関が認められた。第 4 図にはこの関係を示し、回帰直線を併記した。この

第 4 図 加里肥沃度と堆肥併用効果との関係



ように、加里欠除区の収量指数が低い試験地ほど堆肥施用効果の高い傾向がみられたことについては、一般に知られているように、堆肥中の加里利用率が窒素、磷酸と比べてかなり高いこと¹⁰⁾と、本試験での標準区加里施用量が吸収量とくらべて幾分低いことが関係しているものと考えられる。一方この点について、大垣¹⁵⁾は北海道の戦後開拓地における現地栽培試験の成績をもとに、堆肥の肥料的效果について考察し、堆肥施用による増収率は、無窒素区ならびに無磷酸区の収量指数との間に有意な相関係数を得たが、無加里区との間にはなら相関関係が認められず、この理由として、加里

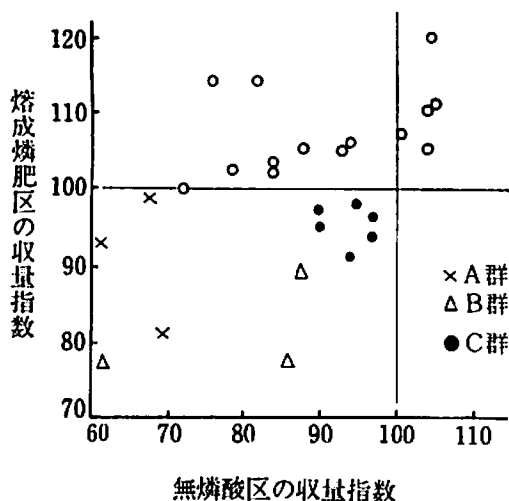
については一般に肥効が最も低く、現在の標準量の金肥によっておおよそ充足されるためであるとしている。このような両者の結果の違いには、供試作物の違い（大垣がまとめた成績はえん麦、ばれいしょなど一年生作物であり、秋播小麦の場合にくらべて生育期間が短い）とともに試験実施時点の土壌履歴が関係しているものと考えられる。とくに後者の点については、一般に開墾当初は磷酸が制限要素であるが、開墾後の年数が相当に経過したいわゆる熟畑では、窒素と加里が制限要素となりやすいことが知られており、筆者の成績は耕作年次の古い場所でのものであることもかかる結果を得た 1 つの理由と考える。

5 熔成磷酸

熔成磷酸はその中に含まれる磷酸分が拘溶性であるほか副成分として苦土・石灰を含み、過磷酸石灰と異なった特色をもつ磷酸質肥料である。したがって、その特色が作物の生育に対してプラスの効果を示す条件下で、はじめて施用による増収が期待できるものと考えられ、実際の場面においてはその良い特色が発揮されないために熔成磷酸施用効果のみられない場合がある。この点について、森⁹⁾は琴似の沖積土で春播小麦について試験をし、熔成磷酸の肥効は過磷酸石灰と比較してやや遅効性のために収量がわずかに劣るとしている。また三島⁸⁾は、十勝地方を対象とした畑作物に対する苦土施用効果試験において、火山性土の高丘地のみならず、沖積土・排水のやや不良な低地にも各種畑作物に苦土欠乏を認めるとともに、苦土資材として硫酸苦土の効果が高いものの、施肥法や肥効の持続性あるいはコストの面を考えると、熔成磷酸の使用も効果的であるが、このものは、副成分としての苦土の肥効は著しいが、その磷酸成分が遅効性のため、春季気温の低い地帯ではその単独施用よりも過磷酸石灰との併用が必要であるとしている。

さて本試験における熔成磷酸併用の効果を、磷酸肥沃度との関連において整理するために、第 5 図において、x 軸には無磷酸区の三要素区に対する収量指数をとり、y 軸には熔成磷酸併用区の三要素区に対する収量指数をとり図示した。これに

第5図 磷酸肥沃度と熔成磷肥併用効果との関係



よると熔成磷肥併用効果と磷酸肥沃度の大小との間に顕著な一定の傾向はみられないが、無磷酸区の収量指数が100以上の場合にはすべて併用効果がみられるなど、磷酸肥沃度が低い場合より高い場合の方で併用効果が高いようにみられる。さて併用効果が全くみられなかった場合についてみると、A群は無磷酸区指数が70以下であり、しかも播種期が9月25日前後と標準播種期よりかなりおそく、いずれも初期生育の促進がとくに必要であり遅効性磷肥併用効果のみられない例と考えられる。B群では、生育前半における土壤水分不足により、干ばつが強くみられており、とくに粗粒火山灰層の厚い八雲と千歳の両試験地では、可給態磷酸含量は高いが、土壤水分の多少により土壤磷酸有効化の程度が異なり、土壤水分の少ない場合には、無磷酸区の収量指数が大きく低下するとともに枸溶性磷酸の併用効果も全く見られない。C群は無磷酸区の収量指数が90台であり、長沼を除きすべて上川北部、北見・十勝地方に位置し、秋季の気温低下の早いことが枸溶性磷酸の肥効低下をきたした1つの理由と考える。したがって、かかる場合には水溶性と枸溶性磷酸との配合比率を検討するか、基肥は過磷酸石灰とし、春期に速効性苦土の施用を考えることも必要と考える。

なお熔成磷肥の効果には、その中に含まれる苦土の影響が大きい。15試験地について行なった置換性苦土含量の調査では、100g当たり20mg

以下のところは14mgを示した恵庭の1点だけであり、生育過程における苦土欠乏症の発現はどの試験地でもみられなかった。本道における苦土欠乏地の調査では土壤中の置換性苦土含量が15mg以下で、苦土欠乏の起こりやすいことが知られており、この数値からみて、本試験では苦土欠乏の強く現われた例がほとんどなかったことは当然と考えられる。

B 無機肥料要素の吸収

前述の現地三要素試験のうち、一部の試験地について脱穀後の子実部と茎葉部について窒素、磷酸、加里、石灰、苦土の分析を行ない、6例については含有率と収量とから10a当たりの養分吸収量を算出した。さて本試験においては、同一品種を用い同一の肥料処理設計で全道的に試験を行なっているので、生育、収量に対する処理効果については、第1報で示したように地帯別の違いを明らかにし得たものの、養分吸収の面については、分析点数の関係から詳細な地帯別の考察はできないが、以下窒素に重点をおき検討をすすめる。

1 窒 素

窒素含有率 供試品種「ホクエイ」の子実の粒質は中間質であり、北見農業試験場ならびに北見管内の資料によると、子実蛋白質含量は年により¹⁶⁾、場所により¹⁷⁾、また窒素施用量により¹⁸⁾かなり変動することが知られている。

第5表 作物体の窒素含有率(%)

i) 子 実

試験地	肥料処理					
	-N	-P	-K	NPK	NPK 熔磷	NPK 堆肥
厚 沢 部 町	1.72	1.93	1.84	1.77	1.74	1.79
伊 達 町	1.70	1.74	1.76	1.70	1.72	1.74
長 沼 町	1.58	1.72	1.57	1.63	1.58	1.58
富 良 野 町	1.80	1.83	1.75	1.77	1.84	1.69
南 富 良 野 町	1.61	1.58	1.64	1.58	1.57	1.63
(平均値)	1.68	1.76	1.71	1.69	1.69	1.69
本 別 町	1.63	1.58	1.60	1.62	1.59	1.61
美 幌 町	2.01	2.10	2.00	1.97	2.03	2.19
女 満 別 町	2.06	2.16	2.02	2.03	2.00	2.19
網 走 市	1.67	1.81	1.83	1.82	1.82	1.74
(平均値)	1.91	2.02	1.95	1.94	1.95	2.04
小 清 水 町A	2.20	2.53	2.39	2.28	—	—
B	1.98	2.33	2.11	2.09	—	—
訓 子 府 町A	2.46	2.63	2.74	2.39	—	—
B	2.27	2.29	2.24	2.36	—	—

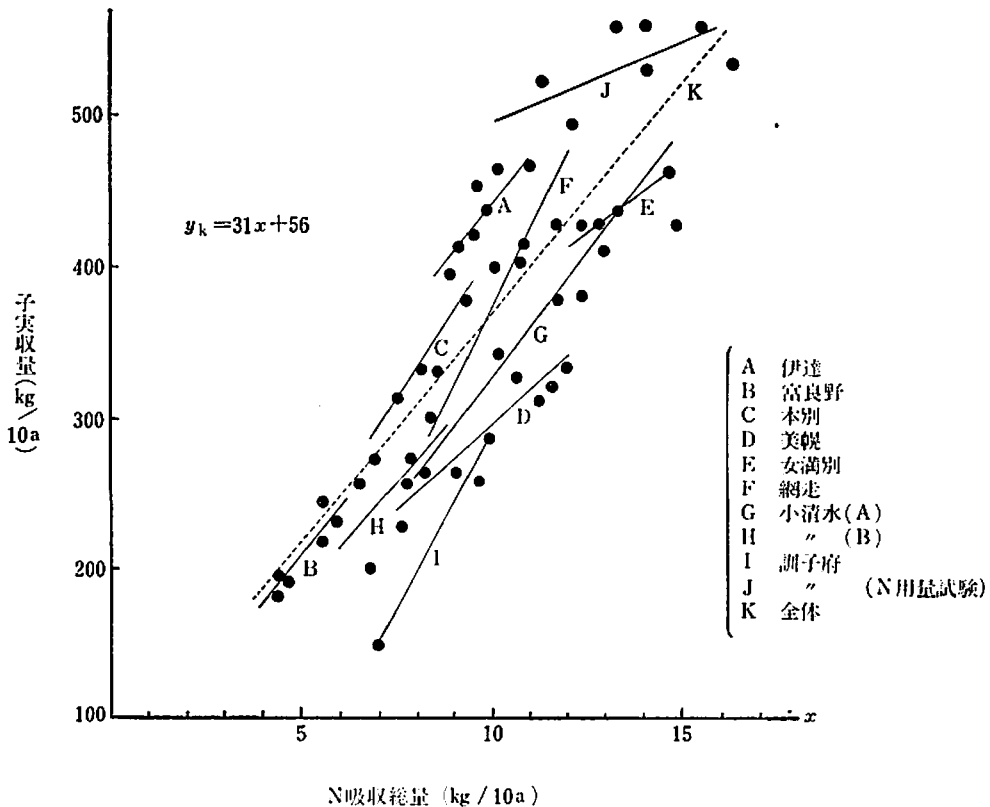
ii) 茎葉

試験地	肥料処理					
	-N	-P	-K	NPK	NPK 熔 磷	NPK 堆 肥
伊 達 町	0.38	0.32	0.33	0.34	0.37	0.37
富 良 野 町	0.33	0.37	0.32	0.33	0.37	0.30
(平均 値)	0.36	0.35	0.33	0.34	0.37	0.34
本 別 町	0.30	0.28	0.34	0.29	0.29	0.28
美 幌 町	0.60	0.73	0.52	0.62	0.78	0.79
女 満 別 町	0.73	0.70	0.54	0.49	0.54	0.68
網 走 町	0.62	0.79	0.62	0.57	0.52	0.46
(平均 値)	0.65	0.74	0.56	0.56	0.61	0.64
小 清 水 町A	0.60	0.42	0.55	0.52	—	—
B	0.31	0.39	0.36	0.34	—	—
訓 子 府 町A	0.76	1.42	0.90	0.90	—	—
B	0.43	0.74	0.97	0.40	—	—

さて各地の処理区別の窒素含有率を第5表にかかげたが、これによると、北見地域とそれ以外の地域とでは平均値に差異が認められるようであり、肥料処理をこみにした場合の平均値を求めると、子実では北見地域が1.97%であるのに対し

て、上川以西地域が1.70%であり、また茎葉でも前者が0.63%で後者は0.35%であった。なお十勝地域は1例のみであるが、上川以西地域の値の方により近い傾向がみられた。処理別にみると、子実では無窒素区が最低値を、無磷酸区が最高値を示す場合が多かったが、肥料処理間の差は地区の間の差より小さかった。このように、北見地域の作物体の窒素含有率がほかの地域より高いことについては、土壌の窒素肥沃度よりも気象的要因が強いものと考えられる。乾燥気候において、子実蛋白質含量の高まることが知られており⁶⁾、北見地域では、秋播小麦の生育中期以降の降水量が、ほかの地域より乾燥気味であることが直接に作物体に影響を及ぼすとともに、間接的には施肥窒素の行動に作用することが知られている。後者の問題について、北見地域ではとくに土壤凍結のみられない上川以西地域と異なり、越冬期間中の肥料の流亡があまり認められないことが大きく関係しているものと考えられる。

第 6 図 N吸収量と子実収量との関係



なお小清水町開拓地でのA試験の窒素含有率はB試験より高い値を示しており、これはA試験では秋播小麦の播種がアクロバ鋤込みほ場で行なわれ、土壤中に鋤込まれたアクロバ茎葉の分解にともなう窒素の放出があったためと考えられる。この点現在、製パン用原料について、子実蛋白質含量の増加が強く望まれている折から、栽培法改善による品質向上について1つの方向を示すものとする。

窒素吸収量 伊達・富良野・本別・美幌・女満別・網走・小清水開拓(A)(B)の各試験地について10a当たりの窒素吸収量を処理区ごとに算出し、それに対応する子実収量との関係を第6図に示した。さらにこの図には訓子府町(北見農試ほ場)で行なった窒素用量試験結果を含め、それぞれ試験地別に子実収量に対する窒素吸収量の回帰直線を求め図示した。これによると10a当たりで窒素吸収量は4~16kg、また子実収量は150~560kgの範囲に分布することが知られ、全体をこみにした場合に両者の相関係数は0.837**ときわめて高い正の相関がみられ、子実収量の増加には窒素吸収量の増加がともなわなければならないことが知られる。しかし直線の勾配は窒素吸収量が13kg以上では、それ以下の場合にくらべて水平に近く、窒素吸収量が増してもそれに対応する子実収量の大きな増加はみられないようになる。さらに肥料処理別の10a当たり窒素吸収量、子実部への移行率、子実100kg生産に対する窒素吸収量について、北見地域の3試験地(美幌・女満別・網走)とその他の地域の3試験地(伊達・富良野・本別)に分けて平均値を第6表に示した。これによると北見地域の群は、その他の群にくらべて子実への移行率は低い、10a当たりならびに単位子実重生産に対する窒素吸収量は高い値を示した。また肥料処理区別にみると、子実収量の少ない無磷酸区では10a当たり窒素吸収量と子実部への移行率が少ない反面、単位子実重生産に対する窒素吸収量は最大値を示している。無加里区は子実収量とともに窒素吸収量・移行率も三要素区と大差なく、無窒素区の窒素吸収は無磷酸区と無加里区との間の値を示した。

第6表 処理別・地域別の窒素吸収量

項目	試験地群	-N	-P	-K	NPK	熔燐併用	堆肥併用
子実重 (kg/10a)	A	321	303	314	318	341	366
	B	348	331	394	392	393	420
N吸収量 (kg/10a)	A	7.24	7.16	7.27	7.26	7.95	8.59
	B	10.19	10.83	11.06	11.10	11.34	12.99
N吸収量の 子実への 移行率	A	73	72	73	74	73	72
	B	64	62	69	68	68	65
子実100kg 生産に對し てのN吸収 量(kg)	A	2.30	2.40	2.33	2.29	2.36	2.34
	B	2.98	3.26	2.85	2.86	2.96	3.16

注) A群: 伊達町, 富良野町, 本別町

B群: 美幌町, 女満別町, 網走市

第7表 試験地別の窒素吸収率

地域別	無窒素区の 収量指数	窒素 吸収率(%)
伊達	115	—
網走	97	17
女満別	96	—
本別	92	12
富良野	90	11
美幌	69	88

窒素吸収率 無窒素区と三要素区の窒素吸収量から窒素吸収率を算出し第7表に示した。これによると、無窒素区の収量指数が低い場合に窒素吸収率が高くなる傾向がみられており、指数が69を示した美幌では88%の吸収率を示したが、指数が90台では吸収率は10~20%であった。窒素吸収率は窒素施用量の多い場合や登熟障害のみられる場合は、そうでない場合より低い値を示すことが知られており、また本試験では基肥だけで試験され、生育期間中の流亡が予想され、これらのことが関連しあって一般的に吸収率を低めたものとする。

2 燐酸・加里・石灰・苦土

窒素の吸収は原形質の正常な形成をすすめ、必然的に作物体内におけるエネルギー代謝を円滑にするものであり、前項における窒素吸収については、北見・十勝・その他の3地域にほぼ区分しうることが認められているので、窒素以外の無機要

素の吸収についても同様に 3 区分して考察をすめる。

各要素含有率 肥料処理別、地域別の平均値を第 8 表に示したので以下要素別に説明する。

第 8 表 地域別・処理別の子実・茎葉中の
 燐酸・加里・石灰・苦土含有率 (%)

成分	分析部位	地域	無N	無P	無K	三要素	熔燐併用	堆肥併用
燐酸	子実	I	1.17	1.10	1.14	1.08	1.22	1.13
		II	1.02	1.02	0.93	0.98	1.01	1.00
		III	0.80	0.81	0.82	0.82	0.82	0.84
	茎葉	I	0.27	0.27	0.29	0.29	0.23	0.26
		II	0.17	0.14	0.14	0.13	0.15	0.17
		III	0.18	0.19	0.19	0.21	0.19	0.21
加里	子実	I	0.60	0.58	0.59	0.58	0.55	0.52
		II	0.48	0.48	0.45	0.48	0.48	0.48
		III	0.43	0.41	0.42	0.42	0.42	0.44
	茎葉	I	1.61	1.56	1.57	1.76	1.76	1.64
		II	1.24	1.15	1.19	1.13	1.27	1.15
		III	2.03	2.25	1.94	2.06	2.16	2.02
石灰	子実	I	0.14	0.13	0.11	0.12	0.13	0.12
		II	0.11	0.10	0.09	0.10	0.10	0.11
		III	0.11	0.10	0.12	0.14	0.14	0.11
	茎葉	I	0.28	0.27	0.30	0.29	0.29	0.29
		II	0.40	0.42	0.40	0.37	0.41	0.40
		III	0.38	0.44	0.38	0.37	0.39	0.39
苦土	子実	I	0.28	0.31	0.25	0.25	0.29	0.22
		II	0.22	0.22	0.21	0.22	0.21	0.22
		III	0.21	0.23	0.21	0.23	0.21	0.23
	茎葉	II	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.13
		III	0.15	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16

注) I: 本別

II: 厚沢部, 長沼, 南富良野, 富良野, 伊達
 (茎葉は後の 2 試験地の平均値)

III: 美幌, 女満別, 網走

燐酸含有率は子実で I(十勝) > II(道央以西) > III(北見), 茎葉で I > II > III と順次して低い値を示した。一方土壌中の TRUEG 燐酸含量は 100 g 当たり 9.3 mg (I), 2.8 mg (II), 0.5 mg (III) と順次し, 子実燐酸含量の大小と併行している。また処

理間差は地域間差より小さく, 無燐酸区の燐酸含有率は必ずしも肥料処理間で最低値を示さなかった。加里含有率は子実で I > II, III, 茎葉で III > I > II と順次して低くなり, 肥料処理間差は地域間差より小さく無加里区の茎葉部がほかの処理区より低い値を示した。石灰・苦土含有率の処理間差は小さく, また土壌中の置換性苦土含量も 100 g 当たり 20 mg 以上あり, 熔燐併用による苦土含有率の増加はとくに認められなかった。

単位子実生産に対する要素吸収量 子実 100 kg 生産に対して吸収した要素量を北見群(美幌・女満別・網走) とその他の群(伊達・富良野) に分けて平均値を第 9 表に示した。これによると北見群の方が

第 9 表 子実 100 kg 生産に対する吸収要素量 (kg)

成分	地域	無N	無P	無K	三要素	熔燐併用	堆肥併用
燐酸	II	1.34	1.35	1.16	1.26	1.26	1.37
	III	1.10	1.13	1.12	1.11	1.10	1.20
加里	II	2.46	2.36	2.41	2.33	2.58	2.42
	III	3.73	4.18	3.42	3.76	3.74	3.92
石灰	II	0.71	0.74	0.73	0.70	0.77	0.77
	III	0.75	0.84	0.73	0.74	0.73	0.79
苦土	II	0.41	0.41	0.38	0.39	0.38	0.41
	III	0.46	0.60	0.47	0.49	0.45	0.49

注) II: 伊達, 富良野

III: 美幌, 女満別, 網走

燐酸量は低く, 石灰・苦土は幾分高く, 加里はかなり高い値を示した。これらの値は筆者が北見農業試験場で行なった窒素用量試験から求めた値⁴⁾ とくらべて, 群別では北見群の方がより似た値を示し, 要素別では両群とも加里・苦土は似ているが燐酸・石灰は高い値を示した。これはこれらの試験地の栽培履歴が長く熟畑化が進んでおり, 北見農試ほ場より燐酸・石灰の肥沃度がより高かったためと考える。

また 10 a 当たりの窒素吸収量と燐酸・加里・石灰・苦土の各肥料要素吸収量との相関係数を「伊達・富良野」「本別」「美幌・女満別・網走」の群別に求めると, 第 10 表のように大部分に有意な相関がみられ, ここに得られた子実収量の範囲内では, 収量増加のために窒素の吸収と併行して燐

第10表 地域別の吸収量の要素間相関係数

要素	地域別 伊達 富良野	木別	美女 満別 網走
N × P	0.980**	0.991**	0.595**
× K	0.936**	0.793 *	0.839**
× Ca	0.983**	0.865**	0.754**
× Mg	0.930**	0.455	0.650**
	n=11	n=6	n=18

酸・石灰・苦土の吸収も増すことが必要と考えられる。

吸収率 磷酸の吸収率を第11表に示したが、土

第11表 磷酸の吸収率

地域別	無P区の収量指数	Pの吸収率 (%)
伊達	104	—
富良野	105	—
美女満別	97	3.5
木別	89	2.4
網走	79	8.7
	70	16.9

壤の磷酸肥沃度との関連がみられ、無磷酸区の三要素区に対する収量指数の低い試験地ほど高い吸収率を示していた。なお加里については、吸収率は0~76の範囲に得られたが、磷酸のように必ずしも土壌の加里肥沃度との関連は明らかでなかった。

IV 摘 要

1 窒素施用効果と土壌肥沃度との関係を見るに、北見地域ではその他の地域とくらべ土壌全窒素含量が同一でも、窒素欠除にともない減収度が大きい傾向があり、北見以外の10試験地では土壌の全窒素・腐植含量と三要素区に対する無窒素区の子実収量比率との間にそれぞれ有意な相関がみられた。

2 土壌のTRUOG 磷酸含量と施肥効果との間には、17試験地をこみにして有意な相関は得られなかったが、三要素区と無磷酸区との子実収量差との間に幾分高い値が得られた。

3 北見地域以外の11試験地について、置換性加里含量と三要素区に対する無加里区の子実収量

比率との間に有意な相関が得られた。

4 堆肥の施用効果は粗粒火山性土、ろ土、下層堅密土など理化学性の不良な土壌条件の試験地で効果が顕著であった。堆肥中の肥料的効果についてみると、三要素区子実収量に対する堆肥施用区と無加里区との収量指数との間に有意な高い相関係数が得られた。

5 熔成磷酸の併用は磷酸肥沃度の低い場合、播種期の遅れた場合、生育前半に干ばつが強みられた場合などで効果のみられない場合が多かった。

6 作物体の窒素含有率は子実・茎葉ともに肥料処理間よりも地域間の差が大きく、北見地域の試験地の方がそれ以外の地域の試験地より高い値を示すとともに、地力窒素の発現が多くみられる土壌条件ほど高い値を示した。試験地・肥料処理区別をこみにして、10a 当たり窒素吸収量は4~16 kgの範囲にあり、子実収量との相関係数は0.839**ときわめて高く、普通播栽培では窒素吸収量が13 kg くらいまでは直線的に収量増加がみられた。

7 磷酸・加里・石灰・苦土について子実茎葉中の含有率を調査し、吸収量・吸収率を求めた。とくに子実磷酸含有率は土壌中の可給態磷酸含量と併行するようであり、また磷酸肥沃度の低い場合に磷酸吸収率は高い傾向がみられた。

引用文献

- 1 赤塚 恵, 坂柳迪夫, 1964; 畑土壌におけるN供給力の検定法に関する2・3の考察, 北農試験報, 83, 64.
- 2 長谷部俊雄, 1968; 北見地方の麦類に対する窒素施用量の増加に伴う反応, 第1報 秋播小麦, 道農試験, 17, 100~111.
- 3 北海道・道産小麦研究会編, 1966; 新しい麦作, 40~41.
- 4 北海道立中央農業試験場化学部, 1965; 事業成績.
- 5 池 盛重・坂井 弘, 1960; 十勝火山灰地における有機物の施用効果に関する研究, 第1報, 十勝火山灰地における堆肥の施用効果, 北農試験報 75, 68~78.
- 6 木原 均編, 1954; 小麦の研究, 養賢堂, 261.
- 7 南 松雄, 山崎淑子, 兼田裕光, 1965; 土壌診断法に関する研究, 第1報, 可給態磷酸・加里の測定につい

- て、北農 32, 12, 7.
- 8 三島京治, 岩瀨晴郎, 平井義孝, 1955; 十勝地方苦土欠乏地帯における苦土の施用効果, 北農 22, 9, 15~24.
- 9 森 哲郎, 1950; 熔成苦土燐肥の肥効, 北農 17, 10, 1.
- 10 NELSON, W. L. A. MEHLICH and E. WINTERS, 1953; The development, evaluation, and use of soil tests for phosphorus availability, Soil and Fertilizer phosphorus in Crop Nutrition, Academic press Inc. publishers. 153~188.
- 11 農業技術研究所編, 1966; 土壤肥料分野における試験研究上の問題点と主要課題の研究動向, 第 2 集, 63
- 12 ———, 1969; 畑地・樹園地における有機物に関する諸問題, 10.
- 13 農林省農政局農産課, 1965; 地力保全基本調査成績書様式, 42.
- 14 農林省振興局, 1959; 地力保全調査における土壤分析法, 38.
- 15 大垣昭一, 1968; 北海道の土壤と有機物施用効果, 北海道土肥研究通信, 60, 15~27.
- 16 長内俊一, 1961; 小麦の蛋白含量と実用形質との関係, 北農 28, 4, 1~3.
- 17 庄子貞雄, 三宅正紀, 竹内 豊, 1964; 各種可給態土壤磷酸定量法の比較, 第 2 報, 各種可給態磷酸定量法による結果と A-value との相関について, 北農試彙報 84, 32.
- 18 山田 忍, 1950; 肥料の知識, 北農叢書, 70~72.
- 19 山本 毅, 1965; 畑地の土壤改造, 土壤肥料分野における試験研究上の問題, 第 1 集, 67~72.
- 20 吉田昌一, 1961; 土壤および河川による養分の天然供給, 土壤肥料講座 I, 朝倉書店, 21.

Summary

Following the 1st report, the author explained the interactions between the effect of fertilizer on winter wheat and soil fertility, and in addition, the absorption of nutrient elements at some locations. The results were summarized as follows.

1. The decreasing amount of grain yield due to the lack of nitrogen fertilizer was greater at Kitami region than at other regions when the total nitrogen content of soil was almost equal. At 10 locations except Kitami

region, correlation coefficients between nitrogen or humus content of soil and the grain yield ratio or difference of no nitrogen plot to three elements plot were highly significant.

2. The increasing of TRUOG's phosphorus content of soil decreased the effect of phosphorous fertilizer to a noticeable degree, but the interactions between them were not significant at a 5% level.

3. At 11 locations except Kitami region, the interaction between exchangeable potassium content of soil and grain yield ratio of no potassium plot to three elements plot was significantly high.

4. Stable manure was effective at the locations with poor soil productivity such as volcanic soil with permiceous gravel, "Kuroboku" soil and the other soils with compact subsoil. The interaction between the grain yield ratio of the stable manure plot to the three elements plot and that of no potassium plot to the same, were highly significant.

5. The effect of cauterized phosphatic fertilizer used together with superphosphate fertilizer, was recognized on the soils with relatively high available phosphorus content. On the contrary, with conditions of low available phosphorus content of soil, too late planting time, and severe draught on the early growing period of wheat; there was no effect.

6. Nitrogen contents of grain and straw differed among locations, and these values at Kitami region were higher than at other regions. Absorbed nitrogen amounts at each location including all locations and fertilizer treatments ranged from 4 to 16 kg per 10 are, and the correlation coefficient between the absorbed nitrogen amount and the grain yield was 0.839 **.

7. The contents of phosphorus, potassium, calcium and magnesium on grain or straw, the absorbed amounts of these elements when grain yield was 100 kg per 10 are, and the absorption coefficient were studied.