菜豆の窒素施肥法改善に関する研究

第3報　表面施肥法の効果

岩渕　晴郎†　高島　晃††　佐藤辰四郎†††　野村　琥†††

STUDIES ON THE NITROGEN FERTILIZATION OF KIDNEY BEANS

3. Effects of Broadcast Application after Sowing

Haruo IWABUCHI, Akira TAKASHIMA, Tatsushiro SATO & Ko NOMURA

前報で報告した窒素・加里全層施肥法は，矮性菜豆に対して増収性の高い施肥法であるが，燐酸条施を前提とする。したがって，土壌中で移動しやすい窒素・加里について，全面施肥の1つのタイプとして播種後における表面施肥法の可能性を検討し，全層施肥法と同程度に増収効果が高く，乾性火山性土壌に対して実用性のあることを認めた。

全層施肥では，耕起・整地をはじめ全面施肥散布，肥料混層，燐酸条施がすべて播種前あるいは播種時に行なわれるが，表面施肥では，耕起・整地，燐酸条施のみが播種前に行なわれ，播種後肥料が全面散布される。このため，播種前の作業工程の短縮および播種時労力の分散化が期待される。

I　緒　　言

矮性菜豆は豆類の中でも最も窒素施肥反応が高く，しかも窒素用量の増加に対して特異的な反応[4]を示す。前報[5]では，このような菜豆に対して，慣行の条施法では限界を越えた多量の窒素を全層施用することによって，子実収量が著しく増加することを報告した。この施肥法では，加里も同時に全層施用しうるが，燐酸は全量条施することが必要であった。

しかし現行の作業機をもとにして，施肥を条施と全層施用の併用で行なう場合には，作業工程が慣行条施の場合よりも多くなる。しかも全層施用されるべき窒素・加里は，耕作期間中は下層への移動の大きい要素[2][7]である。したがって，これらの要素は全層に混層施用することが必要であろうか。また混層を要しないのであれば，最も労働ピーク条件にある播種作業の終了後における作業として，全面施肥を考えられないであろうか，という素朴な疑念が生じた。

なお，このような播種後における全面施肥は，慣行として行なわれている播種後の除草剤散布[1]との組合せ，または，土壌病虫害に対する防除薬剤との併用も可能であろうが，基本的には，播種前における作業工程の短縮・播種の迅速化と，播種時労力の分散化の効果が期待される。

よって，全面施肥の1つの型として表面施肥法を考え，燐酸条施を前提とした窒素・加里の播種後の表面施用について試験を行なった。その結果は，施肥の省力化ないしは機械利用上の問題には触れなかったので，この施肥法の実用化にはなお問題が残るとしても，作物生産的には全層施肥法とほぼ同等の増収性を認めたので報告する。

なお，本稿のとりまとめに当たって校閲を賜わった北海道立中央農業試験場化学部森哲郎部長に深謝する。

† 中央農業試験場
†† 元十勝農業試験場（現北海道農務部）
††† 十勝農業試験場

II 試験方法

1 試験地土壌の理化学性

本研究は主として芽室町新生の北海道立十勝農業試験場ほ場で行なったものであり，その土壌特性は前報[4]に記載したとおりである。また，一部の試験は，矮性菜豆の主要作付地域である十勝中央地帯で，広くその適応性をみるため現地試験を行なったが，いずれも火山性の砂壌土で，1試験地を除き乾性型に属する土壌であった。表面施肥の効果に強く関与すると考えられる土壌の若干の化学性をTable 1に示した。

Table 1 Some soil fertilities of experimental fields

Location	CEC(m. e.)	Amount of available P_2O_5 (mg)		Amount of available K_2O (mg)		Soil type
		Ca-P	Al-P	Exchangeable	Soluble in MORGAN's buffer	
Memuro	15.9	1.2	98.0	15.5	24.9	dry
Otofuke	20.0	0.8	110.0	8.2	14.4	dry
Kofuku	13.7	3.0	78.6	10.8	19.5	dry
Makubetsu	17.4	2.6	76.6	23.9	35.4	dry
Sarabetsu	12.2	5.6	88.0	12.5	21.5	dry
Nishibeppu	32.2	5.3	64.0	12.0	21.0	wet

2 研究項目および処理

本研究は次の項目について行なった。

(1) 表面施肥法の効果および窒素用量

(2) 表面施肥法における窒素スターターの効果

(3) 表面施肥法の現地適応性ならびに表面施肥用化成肥料（試作品）の肥効

(1) は窒素スターター（0.5 kg/10 a）および燐酸全量（10 kg/10 a）を条施とし，窒素用量3水準（5, 10, 15 kg/10 a）を加里全量（8 kg/10 a）とともに作土全層または表面に施用して，慣行の条施標準肥料（窒素・燐酸・加里それぞれ3, 10, 8 kg/10 a）区と肥効比較を1967年に行なった。

(2) は窒素スターター量2水準（0.5, 1.0 kg/10 a）と全面施用窒素量2水準（10, 15 kg/10 a）の組合せで，1968年更別村乾性火山性土で試験した。燐酸・加里については(1)と同様に施用した。

(3) はこれらの結果に基づき，1969年に場内および5か所の現地試験を行なったものであり，窒素スターター0.5 kg，全面施肥窒素用量10，および15 kgの2水準で，全層施肥法および慣行条施標準肥料区と比較した。なお，この試験では，試作した菜豆表面施肥用セット化成肥料の肥効を同時に試験した。

上記各試験はいずれも乱塊法3連で計画し，1区15 m² で試験したが，1969年の場内試験のみは1区21 m² とした。

また，品種はすべて「大正金時」を供試し，畦幅60 cm，株間20 cm 1株2本立てで栽培した。

3 供試肥料および施肥方法

条施した慣行標準肥料および全面施用各処理区の燐酸・スターター窒素は，硫安・過石とよう燐の等量混合物および硫加とし，全面に施用した窒素・加里はそれぞれ尿素・硫加とした。また，1969年に併置した化成区には，表面施肥資材として窒素15%，加里8%のNK化成を100 kg/10 a，スターター窒素および燐酸条施用肥料として窒素1%，燐酸20%のNP化成を50 kg/10 a施用した。

全層施用は，耕起後に窒素・加里を全面散布し，ロータリーハロー（場内）または鍬（現地）で約12 cmの深さまで混層し，整地成畦後，燐酸・スターター窒素を条施した。これに対して表面施用は，耕起整地・成畦後に燐酸・スターター窒素を条施し，播種・覆土後，その当日または翌日（1969年場内）に全面に散布した。したがって，表面施用区の試験処理操作は，全層施用処理に比して極めて簡便迅速であった。

III 試験結果および考察

1 表面施肥法の効果ならびに窒素用量

(1) 生育の概況および収量調査結果

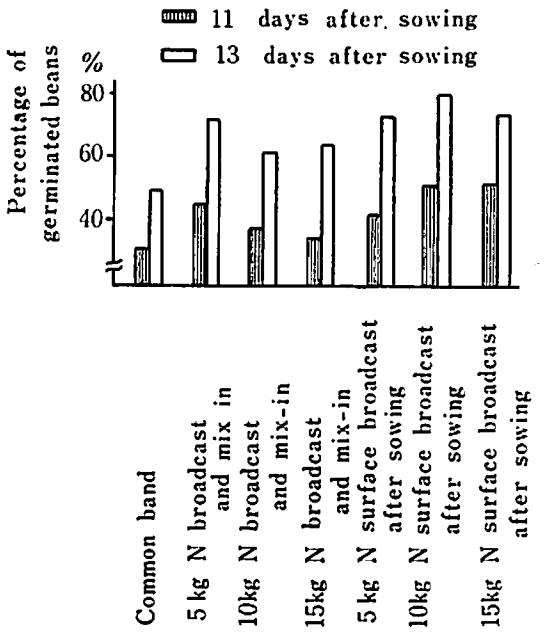

Fig. 1 Effects of broadcasted nitrogen on the germination of kidney beans.

播種後土壌水分は比較的多かったが，Fig. 1に示すように，慣行条施標準区の発芽率・発芽勢は劣り，これに対して全面施用は2処理とも高窒素水準でも発芽が良好で，初期生育もおう盛であった。全層施肥が発芽や初期生育に及ぼす影響については前報でも報告したが，表面施用は全層施用と同様な効果がみられ，高窒素水準ではより一層表面施用が良好な発芽であった。

その後の生育状況も，窒素多量区（10～15 kg）は条施区よりおう盛であったが，7月下旬ごろより菌核病が多発し，処理間の差は明らかでなかった。

収量調査結果をTable 2に示したが，菌核病の影響を受け全般に低収であった。しかし全面施肥の各区とくに窒素多量区（10～15 kg）は茎葉重も大で子実収量が高く，統計的にも有意であった。また子実の千粒重にも明らかに窒素多用の効果がみられた。全層施用が，子実の増収ならびに粒重の増大に著しい効果を示すことについても，前報で報告したが，この結果から表面施肥法も全層施肥法と同じく増収施肥法として有効であることが認められた。

Table 2 Effects of Surface broadcasted nitrogen on the yield and the size of bean

Treatment (amount of N)	Yields (kg/10 a)		Yield index of seed	Weight of 1,000 beans (g)
	pod and stem	seed		
Common band* 3 kg	122.5	154.6	100	626
Broadcast and mix-in** 5 kg	147.6	161.7	105	627
10 kg	191.9	176.3	114	647
15 kg	194.3	205.4	133	656
Broadcast after sowing** 5 kg	157.2	163.9	106	614
10 kg	196.9	178.8	116	645
15 kg	219.6	191.5	124	671
L. S. D. 0.05	38.2	24.3		

* band with 10 kg P_2O_5 and 8 kg K_2O

** broadcast with 8 kg K_2O, but 10kg P_2O_5 and 0.5 kg N starter are banded before or after broadcast.

(2) 窒素・加里吸収状況

開花始における窒素・加里含有率をFig. 2に示した。窒素10～15 kgの表面および全層施用区は，高い窒素含有率を示したが，表面施用区は全層施用区に比してやや低かった。

加里含有率については，慣行条施区の葉部で高く，表面施用区は全層施用区と同程度であるが，条施区よりは低い傾向にあった。

なお，吸収量はFig. 3のように，窒素多量区の生育がおう盛なため，窒素のみならず加里についても吸収量が大であった。なお，表面施用区と全層施用区の窒素吸収量はほとんど同程度であった。

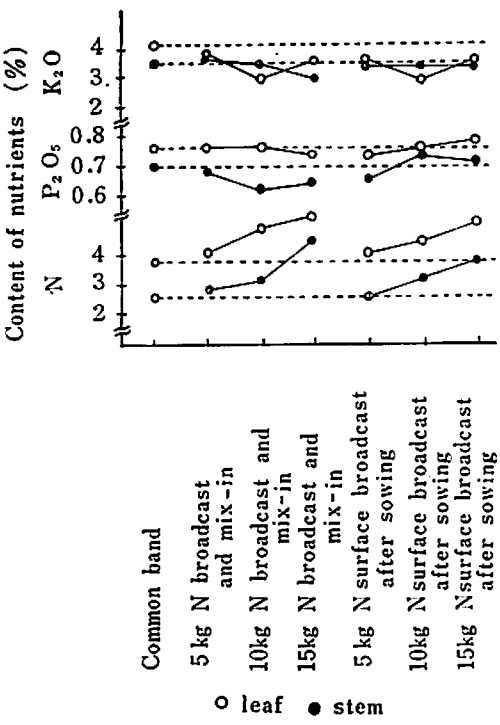

Fig. 2 Nutrient contents of bean plant at the beginning of flowering by the nitrogen broadcast applications.

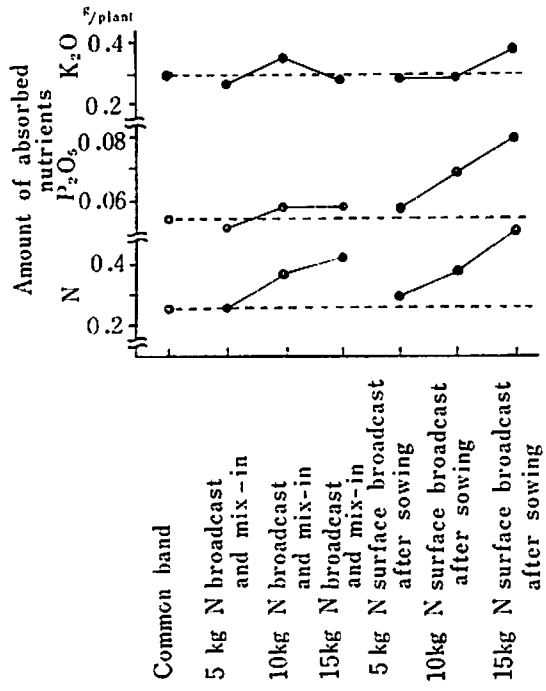

Fig. 3 Amount of nutrient absorption of bean plant at the beginning of flowering by the nitrogen broadcast applications.

(3) 考　　察

窒素・加里表面施用の効果を全層施用と対比しながら，その増収性と窒素用量について試験した。この結果，生育ならびに収量には，全層と表面施用の差はほとんどみられず，窒素10～15 kgの施用が収量を高めた。

全層・表面とも全面施用した窒素多用（10～15 kg）区が，慣行条施よりかなり高い窒素吸収状況を示し，このため生育はおう盛で，粒重の増大にもみられるように後期の窒素栄養条件が高く維持されたものと認められた。

しかし表面施用の各区は，全層区よりも開花始ごろやや含有率が低い傾向にあった。表面施用された窒素は，施肥当初においては全層施肥とやや異なる垂直分布をとり，このため開花始ごろの吸収がやや劣る傾向を示すものとみられる。しかし，表面施肥区の初期生育がむしろややまさる傾向がみられ，同一用量ではほぼ同等の吸収がなされ，表面に施用された窒素は全層施用と同様に良く利用されるものと認められた。

一方，加里吸収については，表面施用区は全層施用と同様に開花ごろ低い含有率であったが，前報でも報告したように開花後には含有率も高まり，生産性には影響しないものと考えられ，全層施肥と同様に発芽・初期生育の面でむしろ有利性が考えられる。

なお，窒素および加里は土壌中で移動しやすい[7]が，降雨の時期・量・強度ならびに土壌特性によって下層への移動状況が異なり，当然その肥効に差を生ずるものと考えられるので，この点については後記(3)試験で現地適応性を検討することとした。

2 表面施肥法における窒素スターター効果

(1) 生育概況および収量調査結果

表面施用窒素は，降雨により根圏に達して吸収されることになるので，肥効発現に時間的ズレを生ずるおそれがある。よって，このズレを消去するためスターターの利用を考え，その効果につい

て試験した。

播種後7月まで土壌はかなり乾燥していたが，慣行条施区に比して表面施用の各区は，初期から生育が良好であった。その後，慣行区の生育は，次第にこれに追いつきおう盛となった。生育調査の結果はTable 3のとおりで，開花始ごろの表面施肥におけるスターター量による差はみられず，表面施用量による差のみがみられた。

収量調査の結果も，表層施肥の各区は全層施肥区に劣らぬ多収を示した。また，本試験の目的であるスターター窒素用量については，処理間に一定の傾向がみられず，全層・表面施用各区を平均して，スターター0.5 kgの処理区平均収量123.3%に対し，1.0 kgの場合は119.5%であり，スターター増量の効果は生育状況と同様に明らかでなかった。さらに粒重にもスターター効果はみられなかった。

Table 3 Effects of nitrogen starter in surface broadcast application on the growth and yield of kidney beans.

Treatment	At the beginning of flowering		At the harvest		Yields (kg/10 a)	
	Plant hight (cm)	Numbers of branches	Numbers of branches	Numbers of pods	Stem and Pod	Seed
Common band	39.8	6.1	4.9	17.8	232.7	200.8
Surface broadcast 10kg with 0.5kg N band	37.5	6.1	5.3	19.2	219.3	253.1
Surface broadcast 15kg with 0.5kg N band	39.1	6.3	4.8	17.4	215.5	239.6
Surface broadcast 10kg with 1.0kg N band	37.2	6.0	5.1	18.8	210.5	228.8
Surface broadcast 15kg with 1.0kg N band	39.0	6.5	4.7	17.4	241.4	251.5
Mix-in 10kg with 0.5kg N band	35.7	6.1	5.4	19.0	222.5	239.9
Mix-in 15kg with 0.5kg N band	39.1	6.7	5.4	18.9	234.6	258.5

(2) スターター増量に伴う窒素含有率の変化

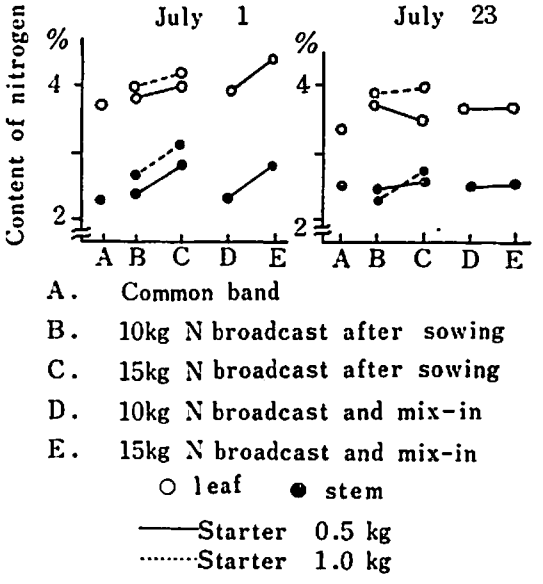

Fig. 4 Effects of nitrogen banded as starter and broadcasted on the content of bean plant

生育初期（第2葉期）および開花盛期における各処理区の窒素含有率をFig. 4に示した。生育初期においては，表面施肥におけるスターター増量は茎葉の含有率を若干高くするが，開花盛期においてはその効果が明らかでなかった。なお，表面施用と全層施用の差は，生育初期の葉の含有率にわずかに認められたが，施用窒素量増加の影響の方がより大であった。しかしこれらの差も開花盛期以降はみられなくなった。

(3) 考　察

前報で，全層施肥法における窒素スターターの効果について試験した結果，その効果は全層施用窒素量が10 kgを越える段階では明らかでなかった。しかし，表面に施用した肥料は，降雨による作物根域への養分の移動に伴って吸収利用されることになる。したがって施肥後これらの肥料成分，とくに生育に強く影響する窒素が根域に達するまでには，時間的ズレが生ずる。この時間的ズレは，土壌条件とともに降雨・土面蒸発量などによって異なると考えられ，表面施肥の場合には全

層施肥よりもスターター施用の意義が大であるものとみられる。よって，表面施肥法におけるスターターの効果を試験したが，たまたま播種後の降雨が平年より少なく多照条件であったので，効果が一層生じやすい条件であった。

しかし，スターター量による生育の差はほとんどみられず，わずかに生育初期の窒素含有率がやや高い程度であった。また，0.5 kg スターター段階では，表面施肥区の初期の窒素含有率が全層施肥区よりもやや低かったが，開花期にはスターター量間の差も含めて，これらの含有率の差はみられなくなり，全面施用窒素量による差のみが生育や窒素含有率にみられるにすぎず，さらに収量にもスターター効果は認められなかった。

したがって，表面施用窒素の根域到達の時間的ズレを考慮したとしても，スターター量は0.5 kg/10 a で十分である。むしろ，スターター増施が発芽・根粒着生を阻害する[5]ことや，播種後45～50日を要する開花始までの期間の窒素吸収量が，総吸収量の3割前後にすぎない[3]ことなどからみればスターター窒素は 0.5 kg 程度にとどめるべきであると考えられる。

3 表面施肥法の現地適応性ならびに表面施肥用化成肥料（試作品）の肥効

(1) 生育概況ならびに収量調査結果

前項までの試験により，燐酸条施（窒素スターター併用）による窒素・加里表面施肥法は，全層施肥法と同様に多収を期待しうることが認められたので，1969年，十勝内陸地帯の各地の火山性土で，その現地適応性を試験した。

播種当時は低温であったので，各試験地とも初期生育が遅延したが，その後順調な生育となり，例年みられた菌核病の被害もほとんどなかった。

各試験地とも，全層または表面施用による窒素多量区は，慣行条施区より葉色濃く，幕別試験地および場内では生育が明らかにまさった。しかし，音更・西別府両試験地では，開花期以前の生育には差がなく，逆に幸福・更別両試験地では慣行条施区より生育が劣ったが，開花期以降は各試験地とも慣行条施区よりおう盛な生育であった。

収量調査の結果は Table 4 のとおりで，音更試験地以外は慣行条施区に比して，全面施用による窒素多用の効果が顕著で，幕別試験地を除き統計的にも有意であった。しかし，表面施用と全層施用の差は，前項までの試験と同様に明らかでなかった。また，窒素用量については，統計的に有意でないが，15 kg 区の方が多収の傾向であった。

なお，表面施肥資材としての化成肥料の効果については，生育・収量ともに単肥と差を認めることができなかった。

Table 4 Effect of surface broadcast application in some locations

Treatment* / Location	Common band	Broadcast and mix-in nitrogen		Surface broadcast nitrogen		15 kg with compound fertilizer	L. S. D. 0.05
		10 kg	15 kg	10 kg	15 kg		
Memuro	229.2	250.4	279.2	253.1	273.5	261.6	18.9
Otofuke	244.7	226.3	251.8	219.5	225.4	243.2	N. S.
Kofuku	215.3	258.1	266.2	266.3	268.4	265.6	20.5
Sarabetsu	247.7	240.0	270.6	249.9	278.4	278.4	27.6
Makubetsu	272.0	286.3	283.4	297.0	306.8	297.9	N. S.
Nishibeppu	188.7	239.3	263.2	259.3	257.9	270.7	29.6
Mean yield	232.9	250.1	269.1	257.5	268.4	269.6	27.6
Mean yield index	100	107	115	111	115	116	—

* Common band: 4 kg N, 10 kg P_2O_5, 8 kg K_2O banded
Broadcast: 10 kg or 15 kg N, 8 kg K_2O broadcasted before or after banding of 0.5 kg N starter and 10 kg P_2O_5.

(2) 3要素含有率

表面ならびに全層施用による窒素・加里含有率については前記(1)の試験でも記述したが，とくに生育初期における推移を農試場内で精査した結果をFig. 5に示した。窒素含有率は，終始，慣行条施区より高く経過したが，表面施用と全層施用の差はほとんどみられなかった。また，加里については，生育の初期に慣行条施区より低かったが，開花始ごろには同程度になり，表面・全層の差もみられなかった。

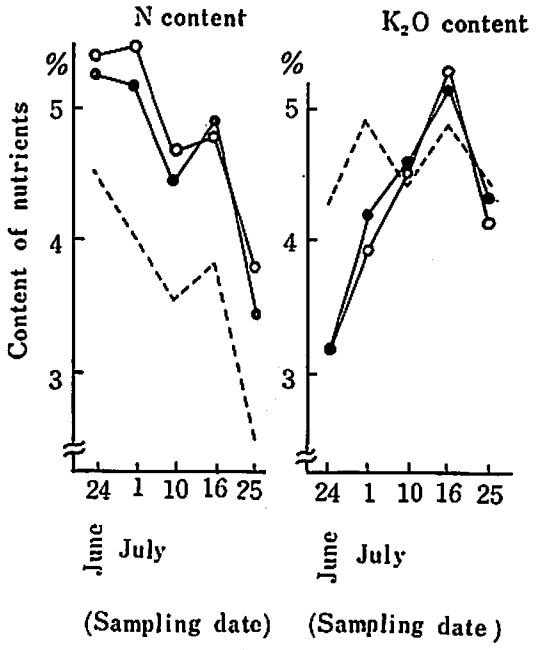

Fig. 5 Alterations of nitrogen and potassium content in early growth by some fertilizer applications

各現地試験地における，開花前1週間ごろの含有率をTable 5に示した。窒素含有率は，慣行条施区と同程度である場合もあったが，おおむね高い値であった。加里については逆に低かったが，表面・全層の差はほとんどみられなかった。

なお，表面施用した窒素・加里の土壌中の分布状況を農試土壌で調査した。この結果はTable 6に示すとおりで，窒素は根域によく分布するが，加里は開花期までにほとんど2～7 cmの位置までしか移動しなかった。しかし，茎葉の含有率は各試験地とも開花前ごろ3％を越え，加里吸収の面からの生育影響はみられない水準にあった。

(3) 考　察

試験地土壌は，西別府を除きいずれも乾性火山性土壌であるが，その火山灰の構成は多様で，かつその有効態燐酸や加里の含量も広い範囲にわたっていた。しかし，これらの現地試験の結果は，音更試験地を除いて各地とも全面施肥による窒素多用の効果が顕著で，表面施肥法は生産性の高い施肥法であることが認められた。全層施肥法については，すでに増収施肥法であることを報告しており，本試験でもその効果が顕著に認められたが，表面施肥法もこれに劣らない効果を示した。

表面に施用された肥料は，降雨とともに下層へ移動するので，全層施用と比較した場合には，作物吸収に不利であるように思われる。しかし，窒素は下層への移動がかなり早いものとみられ[7]，茎葉の窒素含有率は各地とも全層施用区と同様に高い値を示した。しかも化成肥料のように，粒状化された肥料であっても同様な効果がみられ，かつ1968年のように平年に比して降雨量の少なかった場合においても同様な結果がみられ，3か年を通じ安定した多収性を示したことから考えれば，表面に施肥された窒素の肥効は，スターター窒素0.5 kg併用の場合には全層施用と差がないものと認められ，開花以降の窒素栄養条件を高く維持させ，既報のようにこれが収量・千粒重の増加をもたらしたものである。

これに対して，加里の表面からの移動は開花期まで地表から2～7cmにとどまっていた。試験地土壌の置換性加里は8.2～23.9 mg/100 gの範囲で，最も加里含量の高かった幕別では作物の含有率の施肥法による差がみられず，加里含量の低い他の試験地でも表面・全層施用間の差はみられな

Table 5 Nitrogen and potassium content of plant in some locations by surface or mix-in broadcast applications(before flowering)

Nutrient	Treatment / Location	Common band	Broadcast and mix-in nitrogen		Surface broadcast nitrogen	
			10 kg	15 kg	10 kg	15 kg
Nitrogen content (%)	Memuro	3.64	4.54	4.44	4.55	4.67
	Otofuke	3.76	4.10	4.29	4.13	4.30
	Kofuku	3.54	4.08	4.27	4.14	4.61
	Sarabetsu	3.97	4.43	4.32	4.38	4.13
	Makubetsu	4.35	4.14	4.61	4.51	4.81
	Nishibeppu	4.51	4.83	4.80	4.41	4.86
Potassium content (%)	Memuro	4.42	4.50	4.60	4.60	4.50
	Otofuke	4.60	3.48	3.42	3.30	3.48
	Kofuku	4.42	3.50	3.22	3.64	3.60
	Sarabetsu	4.25	3.48	3.75	3.52	3.92
	Makubetsu	4.72	4.68	4.45	4.30	4.50
	Nishibeppu	4.36	3.65	3.35	3.48	3.20

Table 6 Alteration of nitrogen and potassium in soil by surface broadcast application

	Term / Samplig date	Plot / Component	No fertilized			Fertilized		
			2~7 cm	7~12 cm	12~17 cm	2~7 cm	7~12 cm	12~17 cm
Nitrogen	June 4	NH_4-N	1.86	1.77	1.71	5.29	12.13	11.60
		NO_3-N	tr.	tr.	tr.	1.04	1.31	1.52
		Total N	1.86	1.77	1.71	6.33	13.44	13.12
	June 13	NH_4-N	tr.	tr.	tr.	tr.	2.50	1.57
		NO_3-N	1.34	0.96	0.61	4.29	13.60	7.39
		Total N	1.34	0.96	0.61	4.29	16.10	8.96
	June 23	NH_4-N	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
		NO_3-N	0.49	0.56	0.64	5.94	15.94	10.08
		Total N	0.49	0.56	0.64	5.94	15.94	10.08
	June 25	NH_4-N	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
		NO_3-N	1.16	1.11	0.85	12.98	9.48	5.54
		Total N	1.16	1.11	0.85	12.98	9.48	5.54
Potassium	June 4	Water soluble	3.0	3.2	3.0	17.7	4.9	4.2
		Exchangeable	12.9	12.2	12.1	36.1	12.0	12.5
		MORGAN's buffer soluble	19.4	19.4	19.2	53.6	20.0	18.7
	June 13	Water soluble	3.2	3.0	2.8	10.0	4.2	4.4
		Exchangeable	14.2	13.0	13.2	25.8	14.7	13.9
		MORGAN's buffer soluble	19.5	19.6	19.4	37.7	25.1	20.1
	June 23	Water soluble	2.7	2.8	3.3	14.5	3.7	4.4
		Exchangeable	13.2	12.5	13.6	34.7	13.3	15.1
		MORGAN's buffer soluble	19.3	18.5	20.4	49.6	29.2	20.7
	June 25	Water soluble	3.2	2.8	3.3	9.1	4.1	3.9
		Exchangeable	13.6	13.4	12.9	24.0	13.4	13.4
		MORGAN's buffer soluble	17.3	18.8	17.5	32.7	18.4	18.1

かった。しかし，このような加里含量の低い土壌にあっても，茎葉含有率はなお高い水準にあり，生育収量への悪影響は各年次，各試験地ともみられず，一般的には加里も表面施用しうると考えられる。

IV 要　　約

矮性菜豆に対する窒素・加里全層施肥法は増収性の高い施肥法であるが，さらに播種後における窒素・加里表面施肥法について試験し，次の結果を得た。

1) 燐酸全量（10kg/10a）およびスターター窒素を条施する窒素・加里表面施肥法は，全層施肥法と同じく増収性の高い施肥法であった。

2) 表面施用窒素の適量は10～15kg/10aであり，スターター窒素は0.5kgで十分であった。

3) 表面施用窒素は降雨により比較的速かに根域に達し，全層施用の場合と同様に良く利用された。表面施用加里については，生育初期における下層移動が少なく，開花までの加里吸収は条施よりも劣った。しかし加里濃度は比較的高く，生育阻害の生じない水準にあり，かつ開花後の吸収は条施と同等以上で，全層施用の場合とほとんど差がなかった。

4) 十勝地方菜豆主要作付地帯の主として乾性型火山性土で，その現地適応性を試験した。この結果，窒素・加里表面施肥法は実用性の高い施肥法であることが認められた。

5) 表面施肥用に試作された化成肥料について，その肥効を併せ検討した結果，化成肥料による表面施用も単肥と同程度に有効であった。

6) 全層施肥法に比して，表面施肥法は播種が迅速・簡便に行なわれるので，播種前における労力ピークの緩和が期待される。

文　　献

1) 北海道，1972；昭和47年度農作物病害虫防除基準・除草剤使用基準，52～53，57～59.

2) 石塚喜明・田中　明・林　満，1962；畑作物に対する施肥位置に関する研究（第1報）肥料成分の土壌中における動向，土肥学雑誌，33，11，562～566.

3) 岩渕晴郎，1960；菜豆の生産過程における栄養生理学的試験，第1報，無機成分の吸収について，道農試集，6，77～62.

4) ————，1970；菜豆の窒素施肥法改善に関する研究，第1報，菜豆の窒素施肥反応の特異性と条施施肥法の改善，道農試集，22，61～72.

5) ————，高島　晃，1971；同上，第2報，窒素全層施肥法の効果とその実用性，道農試集，23，31～43.

7) 鈴木達彦・藤沼善亮，1966；土壌の種類と施肥位置との関係，（第2報）火山灰畑における施肥技術の解析，土肥学雑誌，37，4，259～262.

Summary

Broadcast and mix-in applications of nitrogen and potassium are effectual for production of kindney beans. Therefore, surface broadcast applications after sowing were examined. The results obtained in these experiments are summarized as follows:

1) Surface broadcast applications of nitrogen and potassium after sowing with band whole phosphorus (10kg/10a.) and nitrogen starter were as effectual as mix-in application for beans production.

2) Adequate amounts of nitrogen in surface broadcast application were 10～15kg per 10a. and 0.5kg of nitrogen starter were sufficient to increase yields.

3) Surface broadcasted nitrogen reached rapidly in root region with rainfall, and were uptaken as well as mixed-in nitrogen.

Surface broadcasted potassium moved slightly into under-layer at early growth, therefore potassium absorptions of plant were inferior to case of band application before the flowering stage. Surface broadcasted potassium moved slightly into under-layer at early growth, therefore potassium absorptions of plant were inferior to case of band application before the flowering stage. But potassium content of plants was of a relatively high level so that their growth didn't injure, moreover, absorptions after flowering by the

surface broadcast were more than that of band applications. And, on the absorption, there was little difference between mix-in and surface broadcost application.

4) Utilities of surface broadcast application after sowing were examined at some locations, these locations were mainly dry volcanic soil and principal cultivation zone of kidney beans in Tokachi district. From these results, it was recognized surface broadcast applications of nitrogen and potassium were practical anb effectual fertilization.

5) Trial compound fertilizers for surface broadcast application were examined together, consequently, the compound fertilizers were useful as well as mixture of the straight fertilizers.

6) Surface broadcast applications were more speedy and convenient fertilization than mix-in application, so that alleviations of labor peak were expected before the sowing.