

琉球大学学術リポジトリ

窒素およびりん酸施用量と秋植サツマイモの養分吸収(農芸化学科)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 大屋, 一弘 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4331

窒素およびりん酸施用量と秋植 サツマイモの養分吸収

大 屋 一 弘*

Kazuhiro OYA : Effects of applied nitrogen and phosphorus on nutrient uptake of sweet potato autumn crop grown on a calcareous clayey soil

I は じ め に

サツマイモ (*Ipomoea batatas* L.) は沖縄の気候条件下では年中露地栽培をすることができる。特に3月～10月の適期に植付けると10アール当たり3トン以上の塊根収量が得られ、それ以外の時期に植付けても1.3トン以上の収量がある(10)。土壤肥沃度の維持向上を計るためにはその作物によって収奪される養分量などを究めることが必要であるが、サツマイモの養分吸収に関するデータは沖縄には少ない。他府県においては植付後気温が上昇する5月～6月植えについてのデータが得られているが(5, 11), これらのデータが沖縄の同時期植付けのサツマイモに対しては当てはまるとしても、植付後気温が下がる8月～10月植えについても該当するかどうか不明である。一般に作物は温度(気温および地温)が下がると養分吸収および吸収養分の移動が少なくなるといわれる(1)。

著者は沖縄本島中南部に広く分布する灰褐色石灰質重粘土壤(いわゆるジャーガル)にサツマイモを秋植栽培した場合のサツマイモの養分吸収および土壤に残留する肥料成分量などについて知見を得るために一連の実験を行なっているが、今回は窒素とりん酸の施用量が異なる場合について得られた結果を報告する。

II 実 験 方 法

1. 分析サンプル

サツマイモの養分吸収量を知るためにかずらの窒素, りん酸, カリ, および塊根のりん酸とカリを分析したが, 分析サンプルはいずれも前回の実験(9)から得られたものである。すなわち1972年と1973年に施肥量を10アール当たり窒素(N), りん酸(P_2O_5), カリ(K_2O)がそれぞれ0-3.5-7, 0-7-7, 3.5-3.5-7, 3.5-7-7, 7-3.5-7, 7-7-7 kgとなるような6処理区を設け, サツマイモ(品種: 農林17号, 一名ナカムラサキ)を栽植栽培し, 植付後4カ月目および5カ月目に収穫した。かずらは地際から刈取ったものを70°Cで乾燥し, 粉碎して分析に供した。塊根は前報(9)に

* 琉球大学農学部農芸化学科

においてでん粉含量計算のため水分測定に用いたものを分析した。

栽培跡地の養分レベルを知るために土壌の分析を行なったが、分析サンプルはサツマイモ収穫後直ちに表土 (0~25cm) および心土 (45~50cm) から採取し、風乾してから使用した。

2. 分析法

窒素：かずらおよび土壌の両サンプルともサルチル酸—硫酸法 (3) により分析した。

りん酸：かずらおよび塊根サンプルは Ternary acid mixture を使用する方法 (2) により分析し、土壌サンプルは Truog 法により 0.002 規定硫酸で浸出される有効態りん酸を測定した。

カリ：かずらと塊根サンプルは 500°C で灰化してから溶解し、炎光法により分析した。土壌サンプルは中性 1 規定酢酸アンモニウムで置換されるものを測定した。

III 実験結果および考察

1. かずらの窒素・りん酸・カリ含有率

かずらを分析した結果、窒素・りん酸・カリの含有率は Table 1 に示すとおりであった。Table 1 の分析値からかずらの全窒素含有率に対する窒素およびりん酸の施肥効果は明瞭でない。

Table 1. Nitrogen, phosphoric acid and potash contents of the vine of sweet potato autumn crop as affected by nitrogen and phosphorus applied

Variable fertilizer applied	Year-1972			Year-1973					
	Growth period 5 mos.†			Growth period					
				4 mos.††			5 mos.†††		
N-P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Kg/10a								
	%								
	(dry matter)								
0 - 3.5	2.0	0.9	2.4	2.3	1.0	3.5	2.1	0.8	2.7
0 - 7	1.8	0.9	2.3	2.1	0.9	3.2	2.1	0.8	2.5
3.5 - 3.5	2.2	0.8	2.5	2.2	0.7	3.4	2.0	0.7	2.8
3.5 - 7	2.0	0.5	2.5	2.4	0.7	3.2	1.9	0.6	2.8
7 - 3.5	2.0	0.6	2.5	2.3	0.5	3.1	1.8	0.5	2.7
7 - 7	2.1	0.6	2.0	2.4	0.6	3.0	2.1	0.6	2.5

† Values are averages of 3 replications. †† Values are of single replication. ††† Values are averages of 2 replications.

一般に作物中の養分濃度は施肥量が多い時に高くなり、また成熟期より生育初期において高いものである。この実験で窒素施用量の増加に対してかずらの全窒素含有率が明瞭に増加していないのは、サンプリングの時期にはサツマイモが既に成熟期に入っていたこと、またその時期が気温の低下する12月~1月であったためにかずらが老化しかなりの落葉があったためと考えられる。しかし前報 (9) のとお

り窒素施用量が多い時は少ない時に比べてかずらの収量が高いので、かずらの窒素吸収量が多くなることは後述するとおりである。

Table 1 にみられることは、植付後4カ月目のかずらの窒素含有率は5カ月目のものより高く、サツマイモの令による差である。かずらの窒素含有率は大体において2%前後であり、これは鎌谷(5)の成績による1%前後よりは高くなっている。このことは沖縄の12月および1月の月平均気温18°および16℃という条件下でサツマイモがかなりの窒素吸収を行なうことも考えられるが、全窒素の内容についても今後の研究が必要である。

かずらのりん酸含有率は Table 1 にみるとおり、窒素施用量が増加するとりん酸含有率は減少するようである。かずらのりん酸含有率は1%以下であり、これは鎌谷(5)の成績とやゝ類似する。

かずらのカリ含有率に対しても窒素およびりん酸施用量による影響はあらわれていない。しかし植付後4カ月目のカリ含有率が3~3.5%であるのに対して、5カ月目のそれは2~2.8%であり、サツマイモの令による差があらわれている。これらの分析値は鎌谷(5)のデータに示されるものとやゝ一致するが、カリは植物生理上若い緑葉に多く必要で、老化細胞には余り必要でないためである。今回の実験ではいずれの処理区に対してもカリ施用量は同じであったが、カリ施用量が異なる場合のカリ含有率については今後取上げる予定である。

2. 塊根のりん酸およびカリ含有率

サツマイモ塊根のりん酸およびカリ含有率は Table 2 に示すとおりであった。

Table 2. Phosphoric acid and potash contents of the root tuber of sweet potato autumn crop as affected by nitrogen and phosphorus applied

Variable fertilizer applied, N - P ₂ O ₅ Kg/10a	Year-1972		Year-1973			
	Growth period 5 mos.†		Growth period			
	P ₂ O ₅	K ₂ O	4 mos.††		5 mos.†††	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
0 - 3.5	0.34	1.26	0.37	1.64	0.40	1.61
0 - 7	0.32	1.16	0.37	1.61	0.36	1.63
3.5 - 3.5	0.35	1.39	0.32	1.76	0.37	1.51
3.5 - 7	0.30	1.51	0.35	1.45	0.39	1.81
7 - 3.5	0.35	1.38	0.29	1.44	0.38	1.56
7 - 7	0.31	1.17	0.33	1.47	0.38	1.73

† Values are averages of 3 replications. †† Values are of single replication. ††† Values are averages of 2 replications.

窒素およびりん酸施用量の多少にかかわらずりん酸含有率は大体一定しており、これらの肥料成分量による塊根のりん酸含有率への影響は少ないようである。このことはりん酸が同化でん粉の移動や蓄積にあまり関与しないためであり、またサツマイモの特性でりん酸を贅沢吸収することがないとも考えら

れる。

カリ含有率についても窒素およびりん酸施用量による影響は明瞭ではないが、りん酸含有率に比べて著しく高いのは、カリが同化でん粉の移動・蓄積に重要な役割をもつためであろう。この実験ではカリ施用量を10アール当たり7kgと一定にしたことも処理区間で塊根のカリ含有率に大きな変化がみられない原因と考えられる。

3. かずらと塊根の窒素・りん酸・カリ含有率の比較

かずらと塊根の窒素・りん酸・カリ含有率について、前記 Table 1 および Table 2 を比較してみると、いずれもかずらの方が塊根より含有率が高い。比較の1例を1973年に実験したもので植付後5カ月目に収穫したサンプルについて示すと Fig. 1 のとおりである。

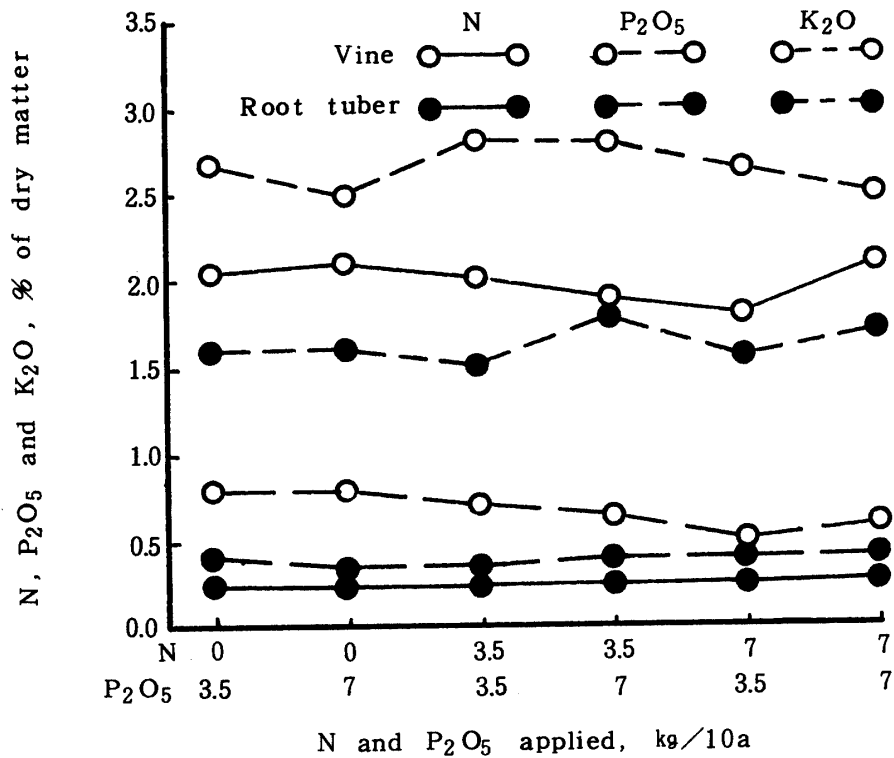


Fig. 1. The relations of nitrogen, phosphoric acid and potash contents of the vine and root tuber of sweet potato autumn crop harvested five months after planting to applied nitrogen and phosphorus in 1973

塊根の窒素はこの実験では分析せず後述の方法で推定されたものなので今後検討する必要があるが、こゝで得られた傾向は鎌谷(5)のデータと一致する。

4. かずらおよび塊根の窒素・りん酸・カリ吸収量

Table 1 および Table 2 の窒素・りん酸・カリ含有率と前報(9)に示した収量からサツマイモかずらおよび塊根の植付後5カ月の養分吸収量を算出すると Table 3 のとおりであった。

Table 3. Nitrogen, phosphoric acid and potash absorbed by the sweet potato autumn crop harvested five month after planting as affected by nitrogen and phosphorus applied (average of two years)

Variable fertilizer applied N - P ₂ O ₅ Kg/10a	Absorbed nutrient								
	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	Vine	Root tuber †	Total	Vine	Root tuber	Total	Vine	Root tuber	Total
0 - 3.5	1.4	2.9	4.3	0.6	1.3	1.9	1.8	5.1	6.9
0 - 7	1.4	2.8	4.2	0.6	1.2	1.8	1.7	4.8	6.5
3.5 - 3.5	1.7	3.6	5.3	0.6	1.6	2.2	2.2	6.3	8.5
3.5 - 7	1.6	3.5	5.1	0.5	1.5	2.0	2.2	7.1	9.3
7 - 3.5	2.1	4.0	6.1	0.6	1.8	2.4	2.9	7.1	10.0
7 - 7	2.4	4.0	6.4	0.7	1.7	2.4	2.6	7.0	9.6

† The nitrogen content of the root tuber is calculated from other available data and should be regarded as an estimate.

この実験では塊根の窒素は分析しなかったが、塊根の粗たん白質含量はサツマイモの令による差が少なく大体生重当たり 1.5% で一定しているというデータ(8)があるので今回の実験で得られた塊根にも同程度の粗たん白質が含まれるものと仮定し、さらに粗たん白質中の窒素を 16% (すなわち生重当たり窒素 0.24%) として計算した。しかし津野(11)によると塊根の窒素含有率は施肥法などによって変化がみられるので前述の仮定に基づいて算出された Table 3 の塊根の窒素吸収量には多少の誤差が含まれるかも知れない。

一つの目安として Table 3 をみると窒素施肥量が増加するとかすらおよび塊根の増収があるために、サツマイモ全植物体による窒素吸収量は増加している。施用窒素 0 kg の場合に 10 アール当たり 4 kg 以上の窒素を吸収しているのは、サツマイモの養分吸収力の強さを示すものであろう。施用窒素 7 kg の場合に同量程度の吸収しか行なわれていないのはこの程度の窒素施用量が秋植サツマイモの窒素要求量に達しているためか、あるいは実験土壌の種類にはバーミキュライトが含まれる(7)ので施用窒素が固定されたためか、または流亡および揮散(4)などによる施用窒素の損失があったためであろうが、これらの点については今後の調査が必要である。

窒素吸収量に対するりん酸施用量の影響は明瞭でない。

窒素施用量の増加によってサツマイモの増収があるためにりん酸吸収量は増加している。しかしりん酸吸収量におよぼすりん酸施用量の効果はないようである。いずれの実験区においてもサツマイモ全植物体によるりん酸吸収量はこの実験における最低りん酸施用量の 3.5 kg を越えることはない。

カリの吸収量は窒素施用量の増加に伴ない増加するが、りん酸施用量による影響はないようである。カリ吸収量の場合も窒素によるかすらおよび塊根の増収効果に関係するものである。この実験ではカリを 10 アール当たり 7 kg の割合で施用したが、窒素施用量が増えると 7 kg 以上のカリがサツマイモに吸収されている。この土壌にサツマイモを栽培する場合 10 アール当たり 7 kg 以上のカリを施用することが多収獲および地力維持のために必要と考えられる。

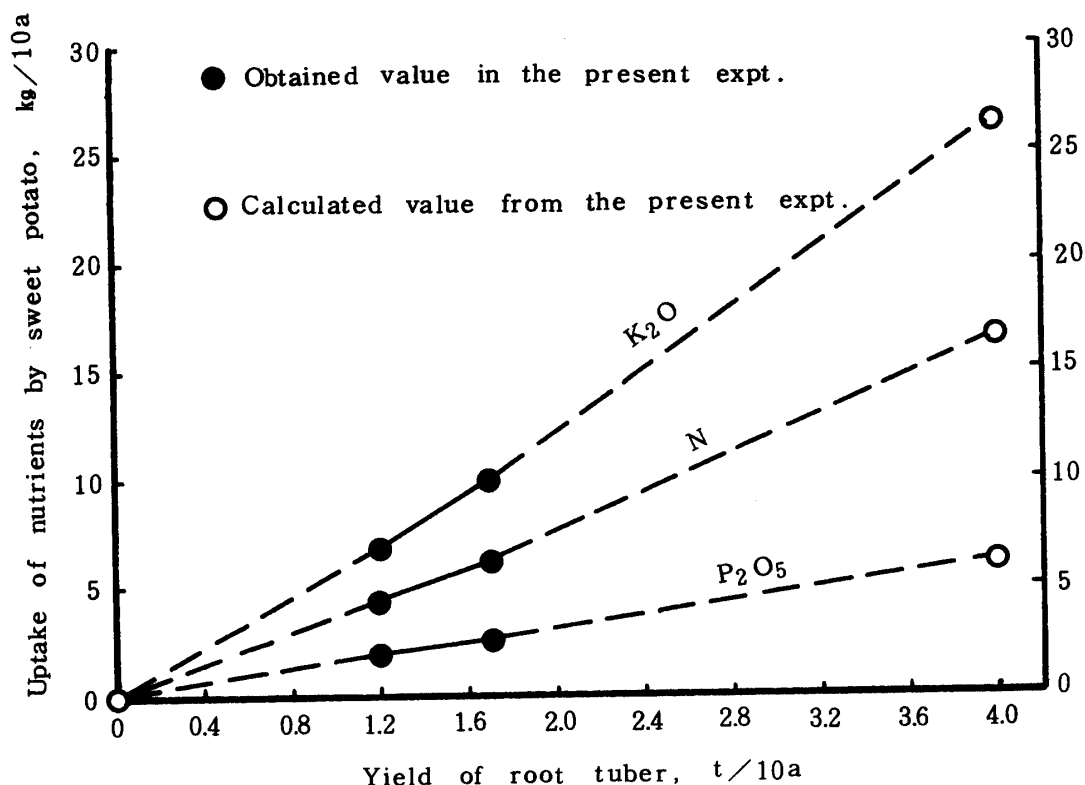


Fig. 2. A proposed relationship between the yield of root tuber and the uptake of nutrients by the sweet potato autumn crop

沖縄では秋植サツマイモ（品種：農林17号）で10アール当たりかずら2トン，塊根4トンの多収穫が得られる可能性がある(10)。この様に多収穫を挙げる場合にサツマイモが吸収する養分量を今回の実験で明らかになった吸収量から推定すると Fig. 2 のとおりである。養分吸収量はかずらと塊根の合計であり，今回の実験で得られた結果の一部すなわち(a)施肥量0-3.5-7kg，植付後5カ月目収穫，塊根収量1.2トンの場合と，(b)施肥量7-3.5-7kg，植付後5カ月目収穫，塊根収量1.7トンの場合を示した。さらに(b)の場合のかずらおよび塊根の養分含有率を用いて，かずら2トン，塊根4トンの収量をあげる場合の養分吸収量を計算した。

Fig. 2 に示されるような関係が今後の実験によって裏付けされるなら，この図から目標とする生産量をあげるのに必要な施肥量を算出することができるのではないかと考える。

5. サツマイモによる養分吸収と栽培跡地の養分レベル

(A) 窒素について

栽培実験したサツマイモの地上部（かずら）および地下部（塊根）による窒素の吸収量と，栽培跡地土壌の全窒素含有率は Fig. 3 に示すとおりであった。1972年の栽培前における土表と心土の全窒素はそれぞれ0.1%および0.11%であったが，Fig. 3 に示されるとおり，1972年および1973年の栽培後においても栽培前のレベルと余り差がない。またこの窒素レベルは窒素施用量によっても変化がみられない。サツマイモの窒素吸収量は窒素無施用の場合に4kgを越えているにもかかわらず，窒素施用量が7kgの場合にはその7kgを下回っていることを考えあわせると，施用窒素の大部分がサツマイモに利用

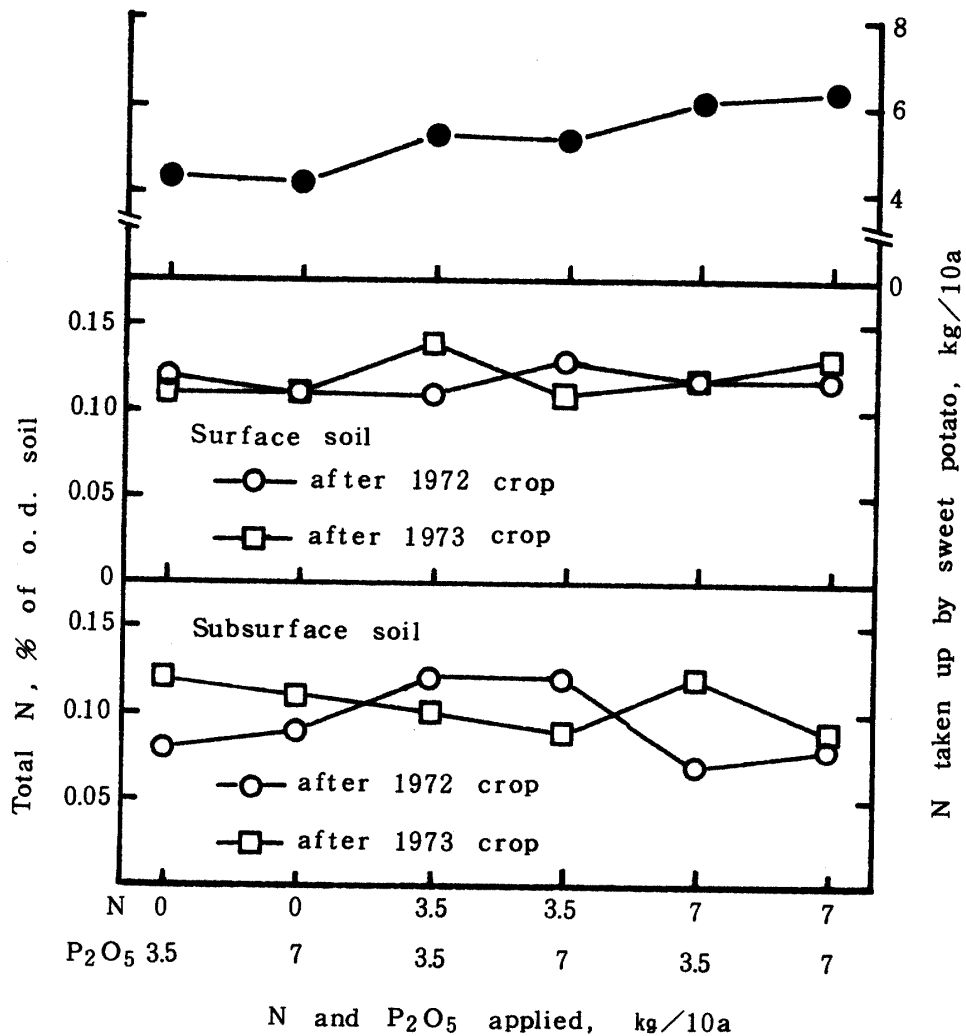


Fig. 3. The relations of nitrogen taken up by the sweet potato autumn crop and total nitrogen in the surface and sub-surface soils after cropping to applied nitrogen and phosphorus, average of two years

されていないことになる。この利用されない部分の窒素の動態について今後究明することが必要であろう。

(B) りん酸について

サツマイモによるりん酸吸収量と栽培跡地の有効態りん酸含量は Fig. 4 に示すとおりであった。1972年の栽培前の有効態りん酸は表土で土壌100g当たり 3.1mg, 心土で13.4mgであった。1972年および1973年の収穫後における表土の有効態りん酸は全処理区 1.6mg以下で、処理区間に変動が少なく、りん酸施用量による影響はみられない。栽培後の心土においてはりん酸施用量の影響は明瞭でなく、処理区間で有効態りん酸含量の変動が大きい、その理由については不明である。

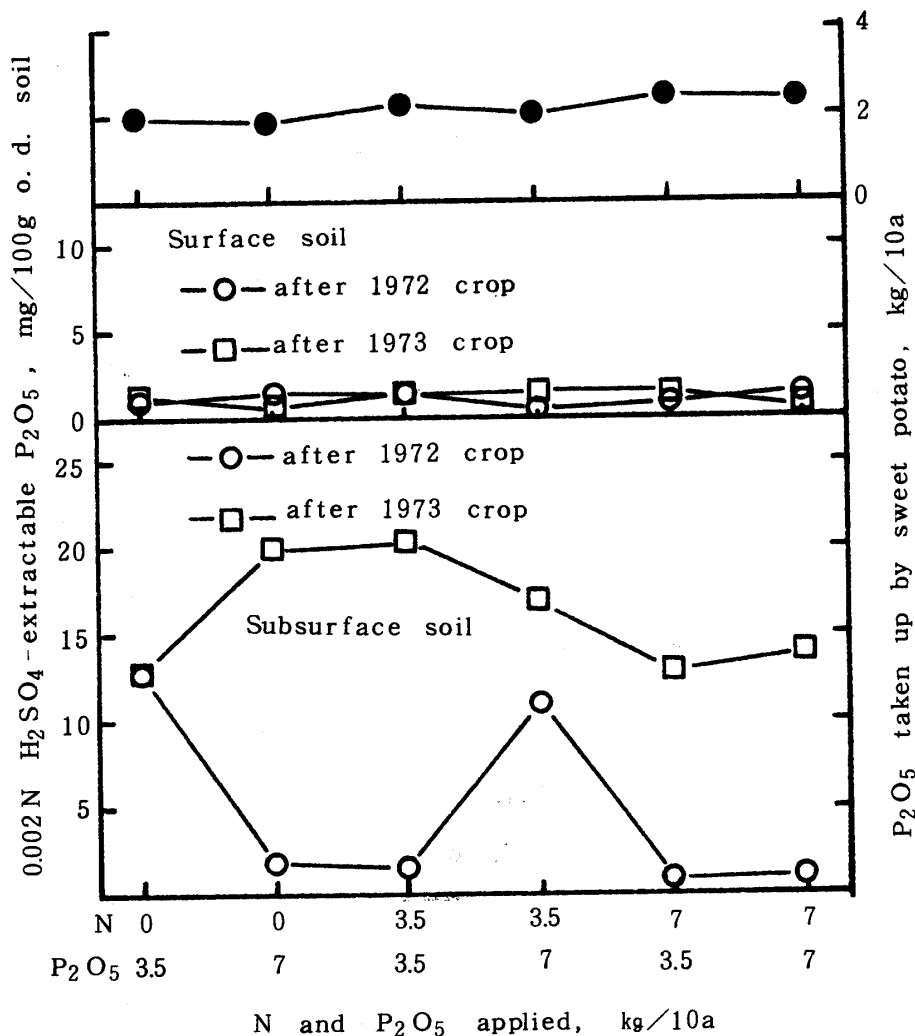


Fig. 4. The relations of phosphoric acid taken up by the sweet potato autumn crop and extractable phosphoric acid in the surface and subsurface soils after cropping to applied nitrogen and phosphorus, average of two years

(C) カリについて

サツマイモのカリ吸収量と栽培跡地の置換性カリ含有量との関係は Fig. 5 に示すとおりであった。栽培前の表土および心土のカリはそれぞれ100gの土壌当たり 0.54 および 0.31 ミリグラム当量であった。表土においては1972年および1973年とも栽培後は置換性カリ含有量が栽培前よりわずかに減少しているが、心土においては表土ほどの減少が認められない。作物根のカリ吸収には土壌の通気性が重要であり(6), またサツマイモの根は表土に多く分布する(11)ためカリ吸収は主として表土で行なわれたものと思われる。今回の実験において塊根収量が1.7トン程度の場合にもサツマイモ全植物体によるカリ吸収量が10kg前後となって施用カリ量を上回っていることから, Fig. 2 で示したようにより高い収量を目標とするときは今回の施肥量以上のカリ施用が必要となる。

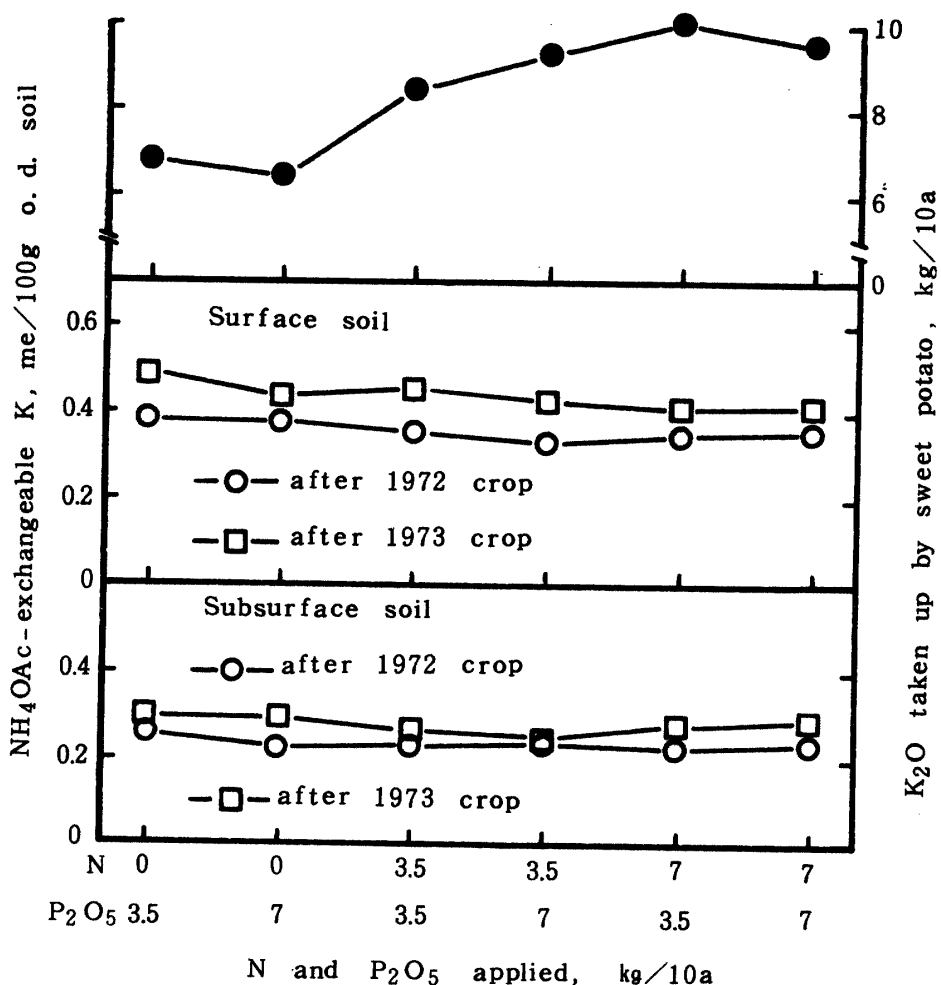


Fig. 5. The relations of potash taken up by the sweet potato autumn crop and exchangeable potassium in the surface and subsurface soils after cropping to applied nitrogen and phosphorus, average of two years

IV ま と め

沖縄島に分布する灰褐色石灰質重粘土壤（ジャーガル）において窒素とりん酸の施用量が秋植サツマイモの窒素・りん酸・カリなどの吸収、および栽培跡地の窒素・りん酸・カリ含量におよぼす影響を調べる目的で実験を行なった。栽培実験を行なった土壤は琉球大学農学部農場（那覇市石嶺）の稲嶺統土壤で、前報(9)の実験で得られたかずら、塊根、土壤サンプルなどを分析に供した。結果は次のとおりであった。

収穫期（植付後5カ月目）のかずらの全窒素含有率は1.8～2.2%の範囲にあり、窒素およびりん酸の施用量によって影響は受けなかった。ただかずらおよび塊根は窒素の増施によって収量が増加するの

でそれに伴って窒素吸収量が増加した。窒素吸収量は最大の場合でも施用窒素量 (7 kg N/10a) より少ないので施用窒素の大部分が作物に利用されていないと考えられた。

栽培跡地土壌の全窒素含有率は表土で0.11~0.14%, 心土で0.7~0.12%であり, 栽培前の含有率と大差がなかった。またサツマイモ全植物体 (かずら+塊根) によって吸収された窒素の量と栽培跡地の全窒素含有率との間には一定の関係がみられなかった。

植付後5カ月目のかずらのりん酸含有率は窒素無施用の場合に0.91~0.93%, 窒素多用(7kg N/10a)の場合に0.55~0.58%であり, 窒素施用によりかずらのりん酸含有率は低下する傾向にあった。しかしりん酸施用量による影響は示されなかった。

塊根のりん酸含有率は0.3~0.4%で, 窒素とりん酸施用量の影響はみられなかった。サツマイモ全植物体によるりん酸吸収量は全ての処理区でりん酸施用量 (3.5または7kg P₂O₅/10a) より少なかった。

栽培跡地の表土の可給態りん酸含量は栽培前の含量と同じレベルであったが, 心土では処理区間に大きなばらつきがみられた。

かずらのカリ含有率は植付後4カ月目で3~3.5%, 5カ月目では2~2.8%となり令による差が認められた。しかし窒素とりん酸施用量による影響はみられなかった。塊根のカリ含有率は1.2~1.8%で, 窒素, りん酸などの施用量の影響, ならびに令による差は認められなかった。

サツマイモ全植物体によるカリ吸収量は窒素施用量が多くなると増加しカリ施用量 (7kg K₂O/10a) を上回った。栽培跡地の置換性カリ含量は表土, 心土ともに栽培前のレベルより低下した。

今回の実験で得られたかずらの窒素吸収量, サツマイモ全植物体のりん酸およびカリ吸収量, および他のデータから推定される塊根の窒素吸収量などをもとにして, 秋植サツマイモの目標収量に対する窒素, りん酸, カリの必要施用量の指標図作成を試みた。

引 用 文 献

1. 青木茂一 1958 土壌と植生, p 87~90, 東京, 養賢堂
2. Chapman, H. D., and Pratt, P. F. 1961 Method of Analysis for Soils, Plants, and Water, p 61, Univ. of California Press, California, U. S. A.
3. 土壌養分測定法委員会編 1970 土壌養分分析法 p 177~178, 東京, 養賢堂
4. Fenn, L. B., and Kissel, D. E. 1973 Ammonia Volatilization from Surface Applications of Ammonium Compounds on Calcareous Soils : I General Theory, Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 37: 855~859
5. 鎌谷栄次 1945 甘藷の生理的特性と肥培管理 [1], 農業及園芸, 20 (9): 373~376
6. Lawton, K. 1945 Influence of Soil Aeration on the Growth and Accumulation of Nutrients by Corn Plants, Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 10: 263~268
7. 松坂泰明・音羽道三・山田裕・浜崎忠雄 1971 沖縄本島・久米島の土壌の分類について, 農技研報, B 22: 305~404
8. 農林省農業技術研究所 1951 飼料成分表, 農技研資料, G 1: 4~6
9. 大屋一弘 1974 ジャーガル土壌におけるサツマイモ収量におよぼす窒素とりん酸の肥効, 琉球大農学術報, 21: 99~107

10. 琉球農業試験場・琉球畜産試験場 1966 甘藷植付時期と収量との関係, 農業総合展示会資料抄録, p 96~98
11. 津野幸人 1968 甘藷の乾物生産と増収技術, カリシポジウム 1967, p 99~113, 東京, 養賢堂

Summary

Chemical analyses were carried out in order to investigate effects of nitrogen and phosphorus applied at various amounts on the nitrogen, phosphoric acid and potash contents of the vine and root tuber of the sweet potato autumn crop obtained from the previous experiment by the author. The experiment had been done with applications of three levels of nitrogen (0, 3.5, and 7kg N per 1/10 hectare), two levels of phosphoric acid (3.5, and 7kg P₂O₅ per 1/10 hectare), and a constant level of potash (7kg K₂O per 1/10 hectare) to each crop of 1972 and 1973 on a calcareous clayey soil.

The surface (0-20 cm) and subsurface (40-50 cm) soil samples were also analyzed for total nitrogen, 0.002 N H₂SO₄-extractable phosphoric acid and NH₄OAc-exchangeable potassium in order to study their residual levels in the soils as affected by the applied fertilizer and crop uptake.

The nitrogen content of the vine harvested five months after planting was in the range of 1.8 and 2.2% being received no effect of the applied nitrogen and phosphorus. Nitrogen of the root tuber was not analyzed, but its content was calculated as nearly constant (0.24%) from other available data for estimation of nitrogen absorption by the crop.

The amount of nitrogen absorbed by the vine and root tuber increased because the crop increased in the yield as the applied nitrogen increased from 0 to 7 kg per 1/10 hectare. It was 6.4 kg at the highest but still less than the applied amount.

There was no clear tendency of decrease in the total nitrogen of the soils as affected by the nitrogen uptake of the crop. The total nitrogen ranged from 0.11 to 0.14% in the surface soil and from 0.70 to 1.2% in the subsurface soil, where the original levels were 0.10 and 0.11%, respectively. It, therefore, was assumed that some nitrogen had become unavailable to the crop. The experiment suggested necessity of further studies on the nitrogen's traces.

The phosphoric acid content of the vine was not affected by the applied phosphorus, but showed a decrease from about 0.9 to nearly 0.6% when nitrogen application increased from 0 to 7 kg per 1/10 hectare.

The phosphoric acid content of the root tuber was in a narrow

range of 0.3 and 0.4% showing effect of neither nitrogen nor phosphorus applied.

The sweet potato (vine + root tuber) absorbed 2.4 kg of phosphoric acid at the highest but still less than the applied amounts (3.5 or 7 kg P_2O_5 per 1/10 hectare). The level of 0.002 N H_2SO_4 -extractable P_2O_5 in the surface soil after cropping was nearly same with the level before cropping (3.1 mg P_2O_5 per 100 g), but in the subsurface soil it varied from treatment plot to plot indicating no definite tendency of increase or decrease.

No effect of the applied nitrogen and phosphorus was observed on the potash content of the vine but the vine showed a difference in the potash content by crop age, that is, 3.0 to 3.5% potash in the vine at four months after planting but 2.0 to 2.8% at five months.

Effect of the variable fertilizer applied was not indicated on the potash content of the root tuber which ranged from 1.2 to 1.8%. Neither was effect of the crop age.

The surface and subsurface soils were slightly lower in the content of NH_4OAc -exchangeable potassium than the soils before cropping which contained 0.54 and 0.31 me K per 100 g, respectively.

The sweet potato (vine + root tuber) increased in the uptake of potash as the yield was promoted by the applied nitrogen. The potash uptake of the crop reached 10 kg per 1/10 hectare exceeding the applied amount of 7 kg.

A diagrammatic index was proposed from the present study to practise expedient fertilization for a higher yield of the sweet potato autumn crop in relation to maintaining better fertility of the soil.