

砂丘地における主要農作物の肥料消費の実態調査

I. ながいもについて

藤山英保*・長井武雄*

昭和59年7月31日受付

The Investigation of the Actual Conditions of Fertilizer Utilization by Major Crops Cultivated in the Sand Dune Soil

I. On the Chinese Yam

Hideyasu FUJIYAMA* and Takeo NAGAI*

The actual conditions of fertilizer utilization by the Chinese Yam (*Dioscorea Batatas Decne.*), one of the major crops cultivated in the sand dune soil were investigated. The results obtained are as follows.

The percentages of utilized to applied amount of fertilizer by the crop were 50.0 to 63.6% at nitrogen, 12.3 to 14.4% at phosphorus, 57.3 to 74.5% at potassium, 57.6 to 99.3% at calcium and 19.4 to 26.3% at magnesium.

There were close relationships between uptake of the three primary nutrients and yield of the crop. The higher the yield, closer became the relationship between yield and uptake of magnesium and calcium.

The variations of yield among the fields and among the plants in a field were large. There was not a close relationship between shoot weight and yield.

It was found that there was a close relationship between water-soluble and exchangeable potassium content in each soil. A similar relationship was found at magnesium, but was not so close as potassium. On the other hand, at calcium there was not a close relationship between water-soluble and exchangeable form.

緒 言

鳥取県の砂丘地面積は約8,500haで、そのうちの約5,300haが耕地として利用されており、野菜、花き、果樹に至

るまで多くの作物が栽培されている¹⁾。

現在は、東部の福部砂丘を中心とするらつきょう(275ha)、中部の北条砂丘を中心とするながいも(180ha)、西部の弓浜砂丘を中心とする白ねぎ(348ha)が主な特産物

* 鳥取大学農学部農芸化学科作物栄養学研究室

Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture, Tottori University

となっている。

砂丘地では追肥に重点を置いた施肥が行われているが、与えた量のうちのどれほどが作物に利用されているか調査した事例は少ないようである。

そこで、砂丘地の特産物について実際に農家で栽培されている作物の養分吸収量を調査し、肥料消費の実態を把握しようと計画した。第1回目として北条砂丘地のながいもについて調査を行ったので、その結果を報告する。

調査方法

北条砂丘地の平均的な4農家(以下A, B, C, Dと表記する)を選んで調査の対象とした。いずれの農家も肥料の選択はもちろん、施肥量も第1表に示す基準施肥量を順守しているため、要素施肥量は同一とみなすことができる。このうち、三要素については約10回の分施である⁸⁾。なお、CaOとMgOの施肥量は表中の肥料に含まれる量から推算した。栽植密度は4,400株/10aである。

第1表 施肥量

	施肥量	元肥	追肥
		kg/10a	
窒素	41.0	14.0	27.0
りん酸	51.6	14.0	37.6
カリウム	48.5	14.0	34.5
カルシウム	29.6	29.6	0
マグネシウム	18.4	18.4	0

調査は1982年に行ったが、時期としては、収穫期に入ってから、しかも落葉のはじまる直前を選んだ。調査圃場の中央部の畦から連続した10株を試料として採取し、茎葉、むかご、根、芋に分けて60℃で乾燥し、分析に供した。

試料を採取した畦の株間と畦間、それぞれ2ヶ所の土壌を深さ10cm毎に50cmまで採取し、風乾後分析に供した。

作物と土壌についての分析方法をまとめて第2表に載せた。

調査結果

1. 収量及び乾物生産量

1株あたりの芋重が最も大きかったのはA圃場の1,293gで、逆に最も小さかったのはD圃場の934gであった(第3表)。どの圃場も試料株間の変動が大きく、最大値と最小値の間には2~3倍の開きがあった。

第2表 分析方法

作物*	窒素	ネスラー法
	りん酸	バナドモリブデン酸法
	カリウム	炎光法
	カルシウム	原子吸光法
	マグネシウム	同上
土壌**	アンモニア態窒素	インドフェノール法
	硝酸態窒素	イオン電極法
	りん酸	塩酸モリブデン法
	水溶性 トルオーグ	硫酸モリブデン法
	カリウム	炎光法
	カルシウム	原子吸光法
	マグネシウム	同上

* 窒素は硫酸分解, その他は湿式分解

** 水溶性は1:5水抽出, 交換性は1:5酢アン(1N, pH7.0)抽出

第3表 芋重

	平均値	最大値	最小値
	g/plant		
A	1293±351	1601	480
B	1065±313	1544	529
C	1129±236	1521	740
D	934±349	1562	469

部位別の乾物重を第4表に示した。茎葉重の順位は芋重の順位と必ずしも一致してはいなかった。むかご重は茎葉重を反映していた。根重にはほとんど差がみられなかった。なお、芋の乾物率は10.3~11.3%で、佐藤と山根⁹⁾が鳥取大学砂丘研究所の圃場で得た値(約17~20%)よりも低い。

第4表 乾物重

	茎葉	むかご	根	芋	合計
	g/plant				
A	93.6±24.6	10.5±8.4	4.1±0.8	133.3±36.3	241.5±62.8
B	93.9±17.4	10.4±4.1	4.2±0.7	120.0±26.0	228.5±33.7
C	72.3±9.5	6.3±2.5	4.3±1.5	124.7±22.5	207.6±31.9
D	78.0±17.5	5.0±4.9	4.5±1.1	105.6±36.6	193.1±39.8

2. 養分含有率

作物体全体の養分含有率は第5表に示すとおりである。ここに示される値は作物体乾物重に占める割合が高い茎葉部と芋部の含有率を反映したものとなっている。

なお、部位別含有率についての結果は示さなかったがどの養分についても調査圃場の順位は部位によって異なっていた。

第5表 平均養分含有率

	窒素	りん酸	カリウム	カルシウム	マグネシウム
A	2.46	0.70	3.40	2.77	0.51
B	2.14	0.67	3.53	2.37	0.35
C	2.32	0.69	3.26	1.87	0.41
D	2.41	0.80	3.27	2.40	0.51

まず、窒素についてみると、含有率が最も高かったのは乾物生産量と収量が最も高かったA圃場で、以下、D、C、Bの順に低くなった。B圃場の場合、芋部以外の乾物重がA圃場とほとんど違わなかったにもかかわらず(第4表)、窒素含有率はすべての部位でA圃場よりも低かった。

りん酸含有率が最も高かったのは乾物生産量、収量ともに最も低いD圃場であった。D圃場の場合、すべての部位でりん酸含有率が最も高いことが認められた。他の3つの調査圃場ではりん酸含有率にほとんど差がみられなかったが、なかではB圃場が最も低かった。

カリウム含有率は窒素やりん酸とは異なり、B圃場が最も高くなった。ただし、これは茎葉部における含有率が特に3つの圃場よりも高かったことによるものであり、根部と芋部ではむしろA圃場の方が上まわっていた。このことからB圃場では茎葉部から芋部へのカリウムの転流が円滑を欠いたと考えることもできる。

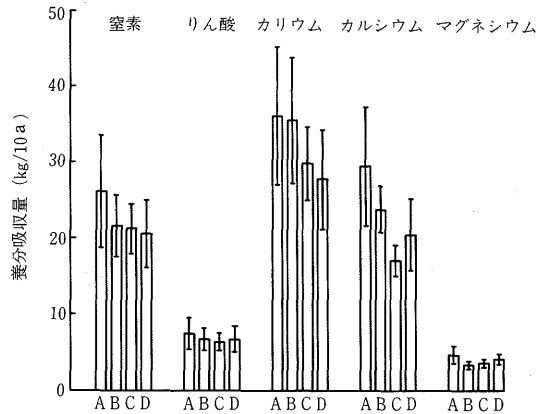
カルシウム含有率は高い方からA、D、B、Cの順であった。カルシウムの場合、含有率は部位間の差が大きく、茎葉部が4.8~6.3%、むかご部が0.1%、根部が2.5~3.0%、芋部が0.4~0.5%の範囲で、吸収された量の90%近くが茎葉部に存在した。

マグネシウム含有率も茎葉部と根部がむかご部や芋部よりも高かったが、カルシウムの場合ほど部位間の差は大きくなかった。全体の含有率の順位はカルシウムの場合と似ており、A、DがB、Cよりも高かった。

3. 養分吸収量

養分吸収量も乾物重と同様に試料株間の変動が大きかった(第1図)。A圃場はどの養分においても吸収量が最も多かったが、A圃場を除く3つの圃場間の吸収量の順位は養分によって異なっていた。

ここで、肥料の利用について良否の判断に資するため、第1表に示した施肥量に対する吸収量の割合を算出し、



第1図 ながいもの養分吸収量

便宜上この値を利用率と呼ぶと、窒素では50.0~63.6%となった。りん酸では12.3~14.4%となり、5つの養分のなかで利用率が最も低かった。カリウムでは57.3~74.5%で、調査圃場の吸収量の順位は窒素と同じであった。カルシウムの利用率は57.6~99.3%と最も高く、マグネシウムは19.4~26.3%でりん酸について低かった。

4. 養分吸収量と収量との関係

調査圃場全体とそれぞれの圃場について、養分吸収量と芋乾物収量との間の相関係数を算出し、第6表に載せた。

第6表 養分吸収量と収量との関係 (r)

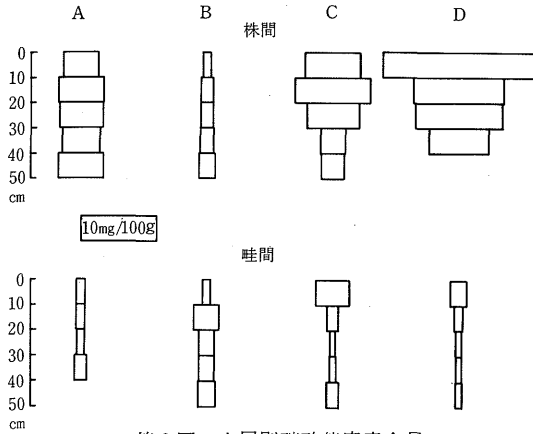
	窒素	りん酸	カリウム	カルシウム	マグネシウム
A	0.926***	0.926***	0.953***	0.699*	0.839**
B	0.789**	0.843**	0.804**	0.205	0.626
C	0.900***	0.910***	0.877***	0.734*	0.745*
D	0.836**	0.948***	0.926***	-0.118	0.261
全体	0.842***	0.870***	0.847***	0.366*	0.540***

三要素については、全体及び個々の圃場において両者の間に密接な関係が認められた。A圃場ではカリウムの相関係数が最も高かったが、他の圃場ではりん酸において最も高い値が得られた。

カルシウムとマグネシウムでは収量の高い圃場ほど相関係数も高くなった。また、マグネシウムの値がカルシウムの値よりも高いことが認められた。

5. 土層別養分濃度

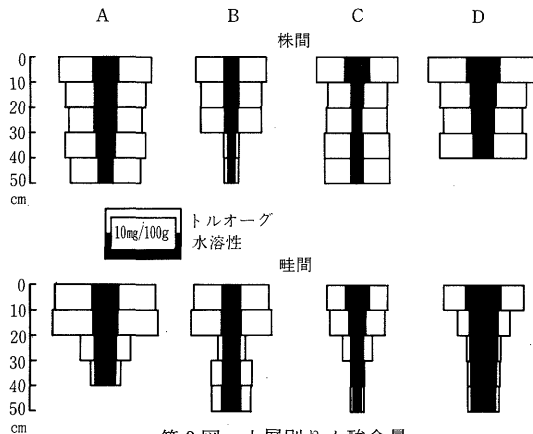
調査した圃場の株間と畦間の土層別養分濃度を第2~6図に示した。



第2図 土層別硝酸態窒素含量

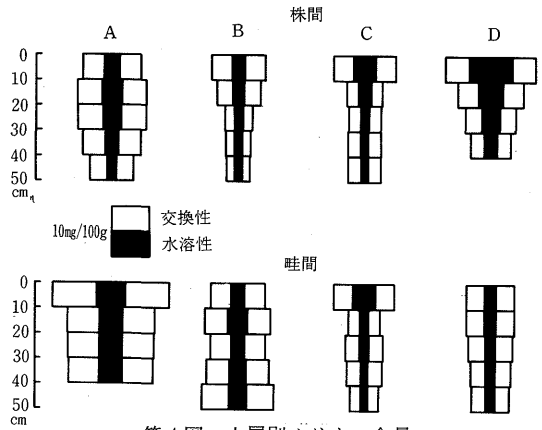
窒素吸収量の少なかったD圃場の株間に多量の硝酸態窒素が残存していた(第2図)。0~10cm層の濃度は20mg/100gで、第3層までは砂質土で過剰害のでやすい濃度といわれている10mg/100gを超えており、収穫期においてさえこのように高濃度であるのは問題である。

なお、水溶性のアンモニア態窒素はどの圃場でも検出されなかった。



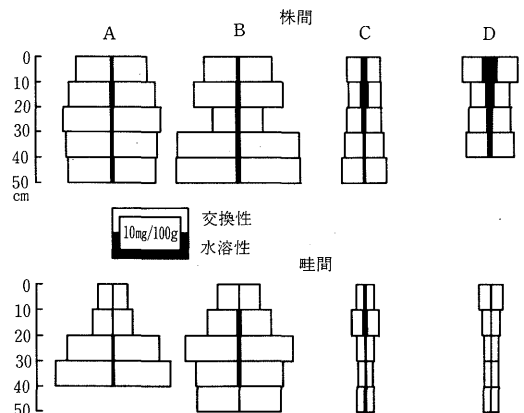
第3図 土層別りん酸含量

水溶性りん酸、トルオーグリン酸ともに深い土層ほど濃度が低くなる傾向が認められた(第3図)。両者の間には調査圃場全体で有意な正の相関($r=0.560^{***}$)が認められた。両りん酸とも圃場間の濃度差は小さく、このことがりん酸吸収量の差が小さかったことと関連があるようである。トルオーグリン酸濃度が最も高かったD圃場の株間の第1層においても14.5mg/100gであり、全体的にりん酸の蓄積量は少なかった。



第4図 土層別カリウム含量

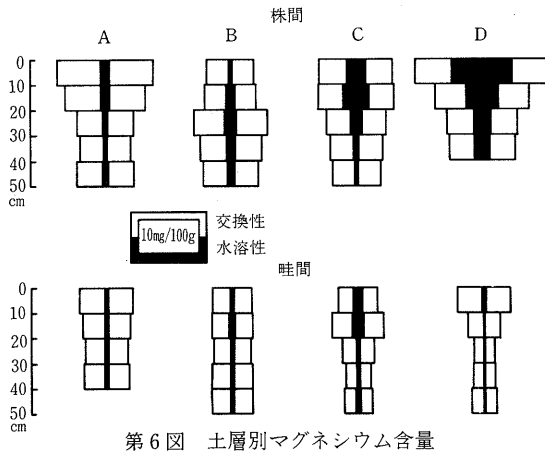
水溶性カリウムと交換性カリウムも傾向としては深い土層ほど低濃度であった(第4図)。両者の間には有意な正の相関($r=0.869^{***}$)が認められたが、個々の圃場についてみると関係はさらに密接であった。さらに、両者の間の回帰係数がA、BとC、Dの間で大きく違っていた。すなわち、交換性カリウムと水溶性カリウムの比がAとBではおよそ4であるのに対してCとDではおよそ2であった。この違いの原因は今回の調査結果からはわからないが、AとBはCとDよりもカリウム有効性の容量が大きいといえる。なお、交換性カルシウム濃度はおよそ10~20mg/100gであり、適正域にあると判断できる。



第5図 土層別カルシウム含量

水溶性カルシウムと交換性カルシウムの分布に特に一定の傾向はみられなかったが、交換性カルシウムはむしろ下層に多いようであった(第5図)。水溶性カルシウムと交換性カルシウムとの間に有意な相関は認められな

った。全体的に交換性カルシウムの含量は一般畑土壌の適正基準(200~400mg/100g)からみると少ないが、砂丘土壌の交換容量が小さいことも考慮しなければならない。



第6図 土層別マグネシウム含量

水溶性マグネシウムと交換性マグネシウムの分布も一定した傾向はみられなかったが、どちらかというとな層の方が低濃度であった(第6図)。両者の間には有意な正の相関($r=0.835^{***}$)が認められ、圃場を個別にみると関係はさらに密接であったが、カリウムの場合ほどではなかった。回帰係数はやはりAとBがCとDよりも大きかった。交換性マグネシウム含量は一般土壌の適正基準(25~50mg/100g)よりも少なかった。

考 察

ながいも栽培における三要素施肥量は次第に減少してきており、第1表に示される基準施肥量はこの調査を行った1982年からのものである。それでもその量は一般畑作物の露地栽培に対する施肥量よりもかなり多く、砂丘地で栽培されている作物のなかでは最も多い施肥量となっている。

一般に畑地での施肥窒素の吸収率は40~60%といわれている⁹⁾。結果の項で算出された利用率はいわゆる「吸収率」とは異なるものであるが、得られた値から吸収率は一般畑地の場合とそれほど差がないといえる。第7表に示されるように、窒素吸収量と収量との間には密接な関係が認められる。例えばA圃場とB圃場を比較すると、芋部以外の乾物重にはほとんど差がないにもかかわらず、B圃場の窒素含有率がA圃場よりもかなり低いので、このことが収量に差をもたらしていると考えられる。しかし、このことは窒素施肥量を増せば収量が増

加することを意味しているのではない。D圃場にみられるように土壌中に多量の窒素が存在しても吸収できない場合がある。砂丘土壌で作物に吸収されなかった窒素のほとんどが流亡によってロスすると考えられる⁴⁾。また、窒素の吸収率が一般畑地の場合と比べて大差がないとはいえ、これが10回にもおよぶ分施の結果であるとすれば、施肥法に問題が残るといわざるを得ない。今後は施肥量を減らして吸収率を上げる施肥法を考えるべきであろう。

りん酸の利用率は12.3~14.4%であり、一般畑地で行われている10~20%のなかでも低い方に属する。りん酸の施肥は窒素やカリウムと同じく追肥主体で、土壌表面に施されているが、砂丘土壌においてもりん酸が移動しにくいことが認められており、現実には第2図にみられるように収穫期においても表層ほど高濃度になっている。りん酸吸収量と収量との関係が最も密接であることを考えると、今後はりん酸の深層追肥についても考慮をばらう必要がある。

カリウムの利用率は三要素のなかでは最も高く、有効に利用されているといえる。いいかえると、ながいものカリウム吸収量は多く、カリウムを多量に必要とするとされている甘藷に匹敵する。また、芋部のカリウム(K)含有率が3%以上と高いことから、甘藷等と同様にカリウムがデンプンの合成に重要な役割を果たしている³⁾と推察できる。

カルシウム吸収量は窒素吸収量にほぼ匹敵しており、特に茎葉のCa含有率は3.5~4.0%と高く、ながいもがカルシウム要求性の高い作物であることを示している。吸収されたカルシウムの90%近くが茎葉に存在し、収穫部位(芋部)への分配割合は約10%であるが、この割合は畑作物のなかでは高い方に属する⁷⁾。カルシウムの利用率は測定した養分のなかで最も高い。吸収されたカルシウムのすべてが肥料由来でないにしてもカルシウム要求性が高い作物であることもあって、カルシウムが有効に利用されていることを示すものであろう。

これに対して、マグネシウムの吸収量は少なく、利用率もりん酸について低い。砂丘土壌でのマグネシウムの移動性は大きい²⁾ため、作物に吸収されなかったマグネシウムの大部分は流亡によってロスしていると思われる。一方、第6表にみられるように収量が高くなるほどマグネシウム吸収量と収量との関係が密接になることから、高収をねらう際にはマグネシウム栄養も重要なファクターとなろう。

土壌中の養分含量は一般畑地の基準からすると概して

少なかったが、砂丘土壌の交換容量が小さいこと、調査結果が収穫期のものであることなどから、一般畑地の基準で適正、不適正を論じるのは無理がある。

要 約

砂丘地帯の主要農作物の1つであるながいもの肥料消費の実態について調査を行い、下記の結果を得た。

1) 乾物生産量、収量ともに圃場間及び試料株間の変異が大きかった。茎葉重と芋収量との間に一定の関係は認められなかった。

2) 三要素及びカルシウム、マグネシウムの利用率は以下の通りである。窒素：50.0～63.6%，りん酸：12.3～14.4%，カリウム：57.3～74.5%，カルシウム：57.6～99.3%，マグネシウム：19.4～26.3%。

3) 三要素吸収量と芋収量との間には有意な正の相関が認められた。三要素中ではりん酸で最も密接な関係が認められた。また、収量が高まるにつれてマグネシウム及びカルシウム吸収量と収量との間の関係がより密接になった。

4) 土壌中の水溶性カリウム含量と交換性カリウム含量との間には密接な関係が認められた。マグネシウムの場合もカリウムほどではないが、水溶性と交換性との間の関係は密接であった。これに対して、カルシウムでは両者の間に一定の傾向はみられなかった。

謝 辞

本調査を行うにあたり、ながいも栽培農家の選択及び現地調査に便宜をはかっていただいた大栄町農協生産指

導課長井谷昇氏、同課田中一三氏、ならびに試料の提供を快諾された農家に深謝いたします。また、試料採取に御協力をいただいた鳥取大学農学部作物栄養学研究室専攻生の方々に感謝いたします。

引 用 文 献

- 1) 藤山英保・三谷達夫・長井武雄：砂丘土壌での三要素の移動と作物による吸収に及ぼす灌水量の影響・土肥誌, 54 (6) 512～518 (1983)
- 2) 藤山英保・藤井昌彦・長井武雄：砂丘土壌における養分の移動におよぼすアニオン種の影響。鳥取大砂丘研報, 23 73～78 (1984)
- 3) Murata, T. and Akazawa, T.: Enzymic Mechanism of Starch Synthesis in Sweet Potato Roots I. Requirement of Potassium Ions for Starch Synthesis. Arch. Biochem. Biophys. 126 873～879 (1968)
- 4) 長井武雄：砂丘土壌における灌水滲透に伴う窒素の溶脱について。鳥大砂丘研報, 3 54～66 (1962)
- 5) 佐藤一郎・山根昌勝：砂丘地ナガイモに対する被覆肥料の効果。砂丘研究, 27 (2) 1～11 (1980)
- 6) 高井康雄・早瀬達郎・熊沢喜久雄：植物栄養土壌肥料大事典, 養賢堂, 東京 (1981) p. 539
- 7) 田中明編：作物比較栄養生理, 初版, 学会出版センター, 東京 (1982) p. 135
- 8) 鳥取県農林水産部編：鳥取県の砂地農業, 鳥取 (1983) pp. 40～61