

暖地馬鈴薯の肥培に関する研究

—瀬戸内海花崗岩畑地帯における秋馬鈴薯の施肥について—

吉崎 徹磨・岡田 正行・相沢 博
山田 亀・中川 一幸

STUDIES ON THE CULTIVATION FOR POTATO PLANT IN WARM REGION.
ON THE FERTILIZATION FOR POTATO PLANT CULTURED
IN GRANITIC FIELD OF ISLAND IN THE
INLAND SEA IN AUTUMN.

BY

TETSUMA YOSHIZAKI, MASAYUKI OKADA, HIROSHI AIZAWA,
HISASHI YAMADA AND KAZUYUKI NAKAGAWA

暖地馬鈴薯の肥培に関する研究

—瀬戸内海花崗岩畑地帯における秋馬鈴薯の施肥について—

吉崎徹磨・岡田正行・相沢 博
山田 亀・中川一幸

Studies on the Cultivation for Potato Plant in Warm Region.
On the Fertilization for Potato Plant Cultured
in Granitic Field of Island in the
Inland Sea in Autumn.

By

Tetsuma YOSHIZAKI, Masayuki OKADA, Hiroshi AIZAWA,
Hisashi YAMADA and Kazuyuli NAKAGAWA

Bulletin of Hiroshima Agricultural Experiment Station
No. 17 Saijo, Hiroshima Prefecture, Japan
December 1963

序

本県の秋馬鈴薯は、瀬戸内海沿岸島しょ部の畑作地帯に広く栽培され、その作付面積は年々増加し、最近は栽培技術の向上とともに、内陸部にも拡大されつつある。

一般に畑作地帯では、作物の選択が収益の面からみて、極めて困難な事項となっているが、秋馬鈴薯の導入可能な地帯では、この秋馬鈴薯を基幹とする作付方式を安定化することによって、今後構造改善事業を推進していく上に、大いに役立つであろう。

このような状況であるにもかかわらず、従来暖地の馬鈴薯栽培では、その施肥関係の資料が乏しく、栽培上の盲点となっていたので、島しょ部支場では1958年から1961年にわたって、秋馬鈴薯を対象とした肥料試験を行ない、施肥技術の確立につとめてきた。

ここに報告する「暖地馬鈴薯の肥培に関する研究」は、これらの試験成績をとりまとめたものである。馬鈴薯栽培上の参考に資せられたい。

なお本報告のとりまとめは、吉崎支場長及び岡田研究員が担当した。

昭和38年12月

広島県立農業試験場長

石 井 辰 美

目 次

緒 言	1
I. 春秋作馬鈴薯の生育期間における環境の差異が生育並びに養分吸収に及ぼす影響	1
II. 秋馬鈴薯に対する養分の欠除が生育に及ぼす影響並びに花崗岩土壌の地力判定	4
III. 秋馬鈴薯に対する要素適量試験	10
IV. 施肥の方法並びに肥料の種類が馬鈴薯の生育収量に及ぼす影響	15
(1) 窒素の追肥時期と分施の割合が馬鈴薯の生育収量に及ぼす影響	15
(2) 磷酸質肥料の種類が馬鈴薯の生育収量に及ぼす影響	17
(3) 加里の供給時期の差異が塊茎の形成並びに肥大に及ぼす影響	18
V. 総 合 考 察	22
VI. 摘 要	24
参 考 文 献	25
英 文 摘 要	26
附表及び図版	28

広島県立農業試験場報告

昭和39年3月25日 印刷

昭和39年3月31日 発行

編集兼発行者 広島県立農業試験場
広島県賀茂郡西条町

印刷所 大学印刷株式会社
広島市空鞆町111

緒 言

広島県の1945年における秋馬鈴薯栽培面積は約350haであったが、1960年には1300haとなり、作付面積は15か年間に約3倍に拡大されている。又10a当りの収量についてみると、1945年の県平均収量は約450kgであったものが、1960年には1,860kgと飛躍的な増収をしめし、さらにこれを春作馬鈴薯の平均収量に比較すると、1945年には秋作が著しく劣っていたにもかかわらず、1960年には春作に比し42%の増収をしめすに至った⁽¹⁾。

これは秋作に適する新しい品種が育成され、種いもの配布組織が確立されたことなどがその主な原因と考えられる。さらに秋馬鈴薯が暖地畑の作付構成作物として近時重要視され、栽培の技術が著しく向上したことにも起因していると思われる。

暖地馬鈴薯は栽培される時期によって、早掘馬鈴薯、春馬鈴薯、秋馬鈴薯、として常に新鮮なものを市場に供給することができ、そ菜として農作物中に重要な位置を占めるにいたったのである。

秋馬鈴薯の栽培技術が最近向上されたとはいえ、肥培管理については多くの場合、春作馬鈴薯又は北海道、東北地方の夏作馬鈴薯の施肥技術を参考に組立てられたものが多く、暖地における秋馬鈴薯についての肥料試験はすくない。ことに瀬戸内花崗岩畑土壌を対象とした試験は殆どみられない現状である。瀬戸内の畑作地帯は春秋2回の栽培が可能であり、春作は気象的には低温より高温に向かう時期に栽培され、日照時間も次第に長くなるが、秋作は春作とは逆に気温は高温から低温に、又長日から短日に向かう時期に栽培される。自然条件下におけるこれらの差異は当然馬鈴薯に異なる生育相をあたえる。このことは多くの実験によっても明らかにされている⁽²⁾が、養分吸収についてもそれぞれ異なる経過を示す⁽³⁾。

したがって、秋馬鈴薯の生育環境や生育相に合致した肥培方法を確立する必要性を認め、肥料4要素試験、3要素適量試験およびその他の試験を実施したので、これらの結果を取まとめ報告する。

本試験地は広島県立農業試験場島嶼部支場の圃場で、瀬戸内中央部因島市重井町に位置し、土壌は花崗岩崩積土からなる粗しような砂壤土で地力は一般に低い。畑面は5~8°の傾斜を有する受蝕地域である。年間平均気温は16°Cであるが、馬鈴薯の生育適温度10°Cないし20°C(平均気温)は春秋2回にそれぞれ95~100日あり、このため秋馬鈴薯栽培の中心地となっており、収量はa当り200~300kgの地帯である。

本試験の取まとめにあたり広島県立農業試験場石井辰美場長には本試験の内容の検討並びに種々御配慮をいただいた。また当场農芸化学科長(現調査科長)酒匂正雄氏には試験実施にあたり格別なる御助言をいただいた。ここに謹んで心から深謝の意を表する。

I. 春秋作馬鈴薯の生育期間における環境の差異が生育並びに養分吸収に及ぼす影響

秋作馬鈴薯の生育相並びに養分吸収の経過を春作馬鈴薯と比較し、その栽培管理上の基礎資料を得るため試験を行なった。

1) 試験方法

種いものは春、秋作とも、當場産農林1号の秋種及び春種を供試した。約75gの種いものをウスプルン700倍溶液で消毒後、1/2に縦断したものを春作は1956年3月7日、秋作は1955年9月2日、60×30cm間隔に植付けた。肥料は全量元肥としa当り硫酸アンモニア3.0kg、過磷酸石灰3.75kg、硫酸加里1.5kg、堆肥112.5kgを施用し、春秋作同一肥料で試験を行なった。

萌芽後春作においては4月20日より、秋作では9月19日より、それぞれ10日毎に20株づつを掘取り、生育相および養分吸収量の経日的変化を調査した。

2) 試験結果並びに考察

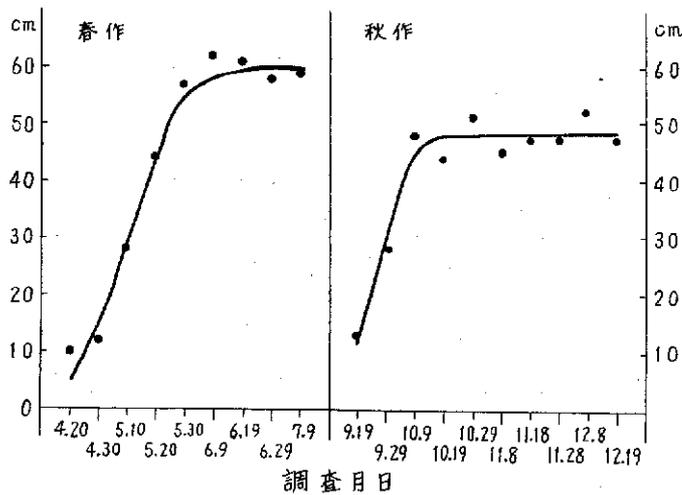
1. 生育相

春作馬鈴薯は植付当時の気温がいまだに10°C以下の低温時であり、萌芽までに約40日を必要とした。その後気温の上昇と日長の増加により、5月上旬頃より地上部の伸長は急激に増大し、平均気温20°Cに至る5月末までつづいた。その後地上部の伸長は停滞した。

秋作馬鈴薯は高温の時期に植付けられて萌芽も早く、所要日数は10日余りで、春作よりも萌芽期間は約1カ月短縮される。萌芽後地上部の伸長は旺盛であり、10月上旬迄つづき以後伸長は停滞した。収穫時におけ

第1表 春秋作における萌芽状況

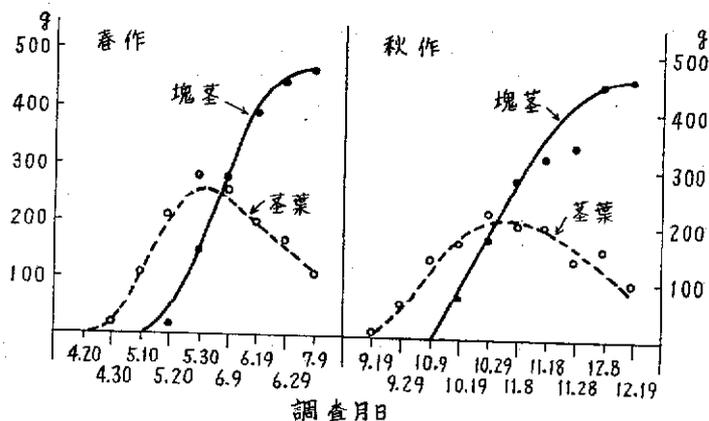
作 型	萌芽始月日	植付後日数	萌芽期月日	植付後日数	萌芽揃月日	植付後日数
春	4.18	42	4.20	44	4.22	46
秋	9.14	12	9.16	14	9.18	16



第1図 春秋作における茎長の推移

る茎長は春作が60cm、秋作は50cmで春作が秋作より茎の伸長は促進された。

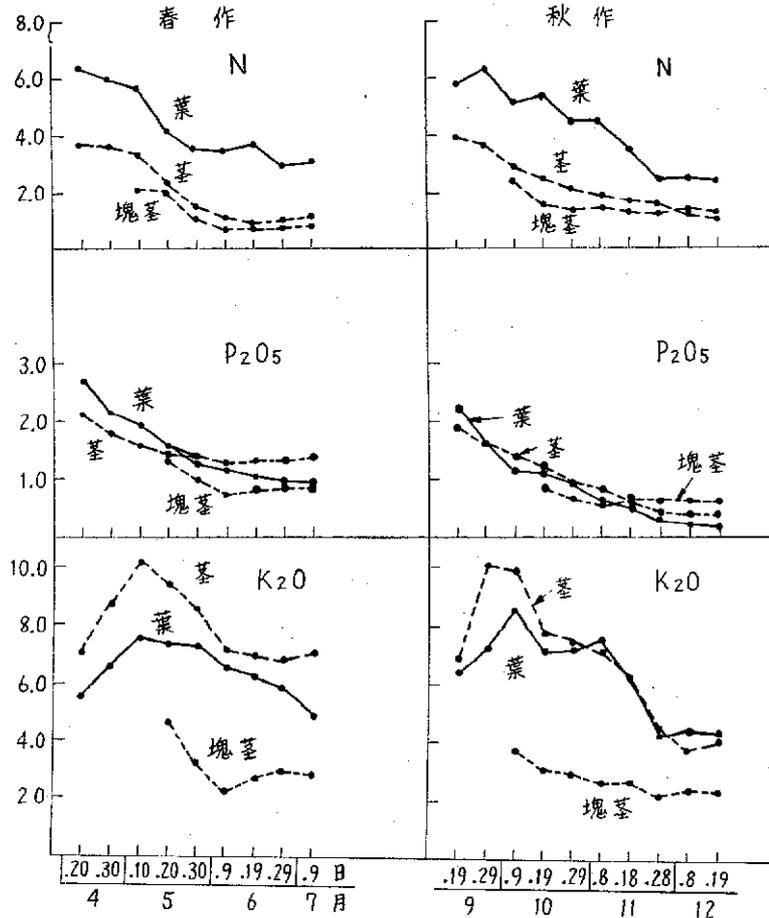
春作は茎の伸長に伴い茎葉重を増加したが、秋作の場合は茎の伸長停止後約20日、10月下旬頃に茎葉量は最高となる。又、春作が秋作よりも、茎葉重は多めに経過した。しかし塊茎の収量は春、秋作とも、株当り470gないし460gで大差は認められなかったが、塊茎肥大の様相は春作では5月下旬から、秋作では10月中旬から急激な肥大がみられ、ことに春作においては5月20日から30日間で、又秋作では10月9日からの40日の期間が大であった。この期間は春作の場合は18°Cから22°Cに気温の上昇する期間であり、秋作では18°Cから12°Cに下降する期間で、塊茎の肥大する期間の気温は春作と秋作で異なっている。しかし全生育期間の気温は10°C~23°C、又は23°C~10°Cの範囲内となっており、一般に認められている生育適温と一致する。塊茎形成期頃の平均気温は春秋作ともに18°Cの頃である。又萌芽してから塊茎が肥大するようになるまでの積算温度はそれぞれ約500°C位であって、同化炭水化物を貯蔵する機能を有するようになるまでは春秋一定の積算温度が必要である。これを東北地方における栗原らの報告とくらべると、塊茎の肥大が始まる時期すなわち第1花房の開花始めまでに500°Cといわれている温度と(4)一致する。



第2図 春秋作における茎葉重及び塊茎重の推移

2. 養分吸収経過の差異

春秋作における気象条件が養分吸収にどのような影響を及ぼすものであるか、又養分の吸収と馬鈴薯の生育並びに塊茎の形成肥大の関係を明らかにするため、窒素、磷酸、加里の生育時期別含有率および吸収量を調査した。

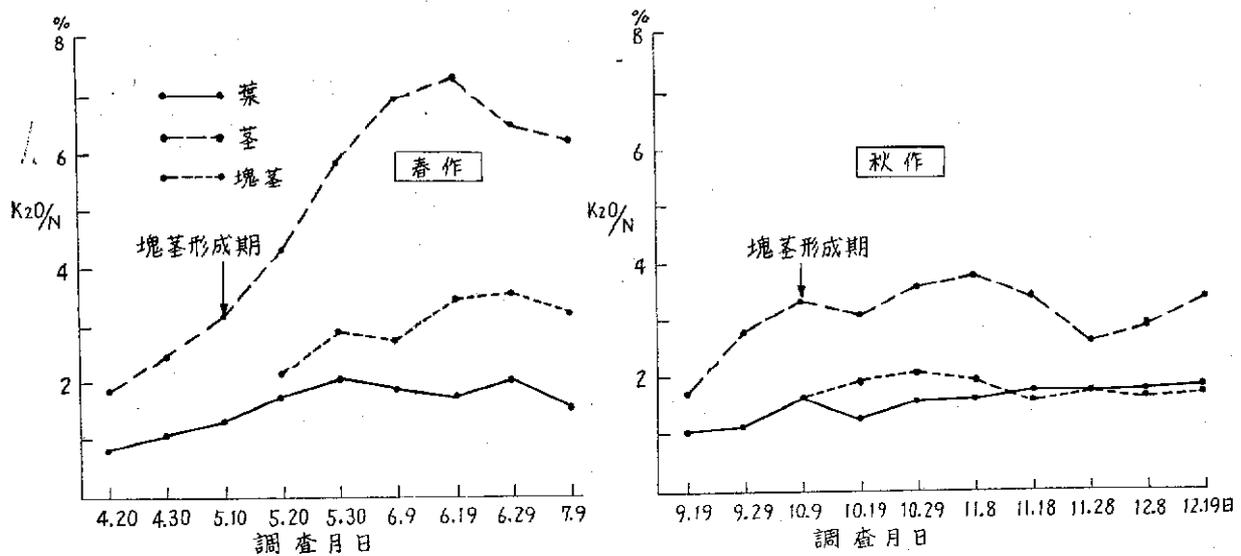


第3図 窒素、磷酸、加里含量(%)の経日的変化

窒素の含有率は塊茎の肥大期までは春秋作に大差が認められなかったが、その後は秋作の場合が高く、とくに茎や塊茎で高い。磷酸の含有率は窒素とは逆に春作の場合が秋作より高くなっている。窒素、磷酸とも生育初期に高く、以後収穫期まで漸減する。加里の場合は窒素や磷酸と異なり、生育の初期に低く、地上部の栄養体ができあがり塊茎を形成するまで増加した。その後は茎葉中の加里含量は減少する傾向を認めた。塊茎形成期以後の加里の減少傾向は秋作の生育後期では、春作のその時期に比し顕著であった。加里の茎葉中における最高含量は春秋作共に葉中で7%、茎中で10%以上であってこの時期に塊茎の形成が行なわれ、加里含量と塊茎形成との間には密接な関係があるものと考えられる。すなわち炭水化物の同化量が多くなるにしたがって加里含有率も増加し、体内加里濃度が上記含量に達すると、葉で同化生成された炭水化物は加里と共に地下部に移行し貯蔵される。又移行と同時に、生育後期には地上部から加里の流失が考えられた。又茎葉中の加里含量の増加は塊茎肥大の先駆的な役割をもつものと思われる。

植物の炭素同化作用やその生成物の転流は、植物体の窒素濃度と加里濃度との間に一定の平衡状態の存在が必要とされているが、馬鈴薯の茎葉中における K_2O/N 吸収の生育時期別変化は第4図に示したように、春作と秋作で著しく異っている。

塊茎が形成されて肥大する初めの時期は、春作では5月10日、秋作では10月9日以後である。この期間の K_2O/N 比は葉で1.5、茎で3.0~3.5で春秋作ともほぼ一致している。その後肥大が盛んに行なわれ、それが緩慢になるまで K_2O/N 比は高くなるが、その程度は春作の茎や葉で著しい。このことは、炭水化物の同



第4図 栽培環境の差異が窒素と加里の吸収比に及ぼす影響

化に必要な窒素と加里の役割が、塊茎の形成および肥大する時期の気温や日照に左右されていることを示しており、同化作用に及ぼしている加里の能率は秋作の場合に高いものと思われる。

以上にしめしたように春秋作の気象条件の差異によって養分の吸収に著しい差異のあることが認められる。

II. 秋馬鈴薯に対する養分の欠除が生育に及ぼす影響並びに花崗岩土壌の地力判定

馬鈴薯は生育する時期の気象環境によって養分の吸収生理に差異のあることが明らかとなった。したがって秋馬鈴薯に対する施肥養分の欠除が生育や収量にどのような影響を及ぼすかを明らかにし、馬鈴薯に対する天然養分の供給量を知り施肥上の参考資料を得ようとして行なった。

1) 試験方法

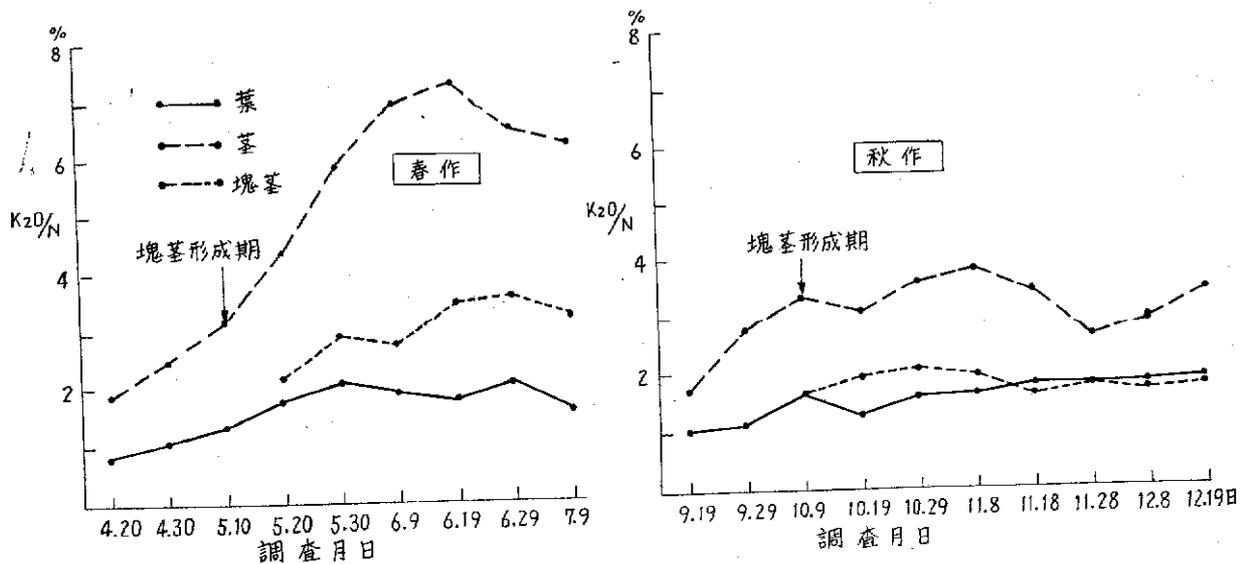
品種は当場産農林1号の春種を供試し、1958年より1961年の4年間1区2連制で試験を行なった。種いもは9月上旬60×30cm間隔に植付け、施肥は成分量でa当り窒素1.0kg、磷酸0.8kg、加里1.0kg、および石灰7.5kgをおのおの硫酸アンモニア、過磷酸石灰、硫酸加里および消石灰で施用した。硫酸アンモニアは一部を元肥に一部を萌芽揃期に追肥し、他の肥料は元肥として播種溝の側下に施した。堆肥はa当り112.5kgを施用した。試験の処理はおのおの1要素を欠除させた無窒素区(-N)、無磷酸区(-P)、無加里区(-K)、無石灰区(-Ca)および無肥料区(O)を設置し、堆肥施用系列と堆肥無施用系列について試験した。生育期間中は数回にわたって石灰ボルドー液を撒布し、病害防除に努め11月下旬に掘取り調査を行なった。裏作は裸麦を栽培したので、秋馬鈴薯～裸麦の作付となった。

2) 試験結果並びに考察

1. 施肥養分の欠除が馬鈴薯の生育、収量に及ぼす影響

馬鈴薯の茎葉および塊茎の生育収量は年次別に附表1、2に示した。生体茎葉重は試験初年度と第4年目に高く、第2、第3年目は低い値を示しているが、これは試験年次の気象条件による病害の発生状態、霜害等によって落葉の程度に若干の差異を生じたためである。附表3、4中にしめした茎葉の風乾重では生体量ほどの大きな差異は認められない。塊茎重については初年目がいずれの処理区でも高く、試験年次の経過とともに減収傾向をしめしている。これは試験年次による馬鈴薯の豊凶の差と、連年馬鈴薯を栽培した連作の害があらわれたものと思われる。

又肥料養分の欠除区での減収傾向は4要素区にくらべて大きく、ことに無肥料区、無窒素区、無加里区、無石灰区では試験年次の経過とともに養分欠除の影響が著しく発現されるようになった。これらの関係を4要素区の収量に対する各年次の収量比でしめすと第2表、第6図にしめす通りである。



第4図 栽培環境の差異が窒素と加里の吸収比に及ぼす影響

化に必要な窒素と加里の役割が、塊茎の形成および肥大する時期の気温や日照に左右されていることを示しており、同化作用に及ぼしている加里の能率は秋作の場合に高いものと思われる。

以上にしめしたように春秋作の気象条件の差異によって養分の吸収に著しい差異のあることが認められる。

II. 秋馬鈴薯に対する養分の欠除が生育に及ぼす影響並びに花崗岩土壌の地力判定

馬鈴薯は生育する時期の気象環境によって養分の吸収生理に差異のあることが明らかとなった。したがって秋馬鈴薯に対する施肥養分の欠除が生育や収量にどのような影響を及ぼすかを明らかにし、馬鈴薯に対する天然養分の供給量を知り施肥上の参考資料を得ようとして行なった。

1) 試験方法

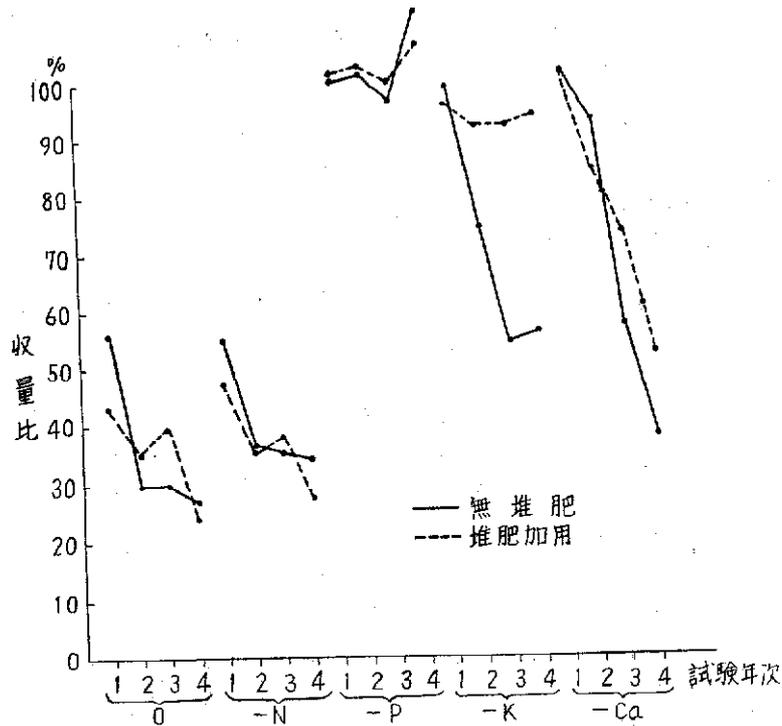
品種は当场産農林1号の春種を供試し、1958年より1961年の4年間1区2連制で試験を行なった。種いもは9月上旬60×30cm間隔に植付け、施肥は成分量でa当り窒素1.0kg、磷酸0.8kg、加里1.0kg、および石灰7.5kgをおのおの硫酸アンモニア、過磷酸石灰、硫酸加里および消石灰で施用した。硫酸アンモニアは一部を元肥に一部を萌芽前期に追肥し、他の肥料は元肥として播種溝の側下に施した。堆肥はa当り112.5kgを施用した。試験の処理はおのおの1要素を欠除させた無窒素区(-N)、無磷酸区(-P)、無加里区(-K)、無石灰区(-Ca)および無肥料区(O)を設置し、堆肥施用系列と堆肥無施用系列について試験した。生育期間中は数回にわたって石灰ボルドー液を撒布し、病害防除に努め11月下旬に掘取り調査を行なった。裏作は裸麦を栽培したので、秋馬鈴薯～裸麦の作付となった。

2) 試験結果並びに考察

1. 施肥養分の欠除が馬鈴薯の生育、収量に及ぼす影響

馬鈴薯の茎葉および塊茎の生育収量は年次別に附表1、2に示した。生体茎葉重は試験初年度と第4年目に高く、第2、第3年目は低い値を示しているが、これは試験年次の気象条件による病害の発生状態、霜害等によって落葉の程度に若干の差異を生じたためである。附表3、4中にしめした茎葉の風乾重では生体量ほどの大きな差異は認められない。塊茎重については初年目がいずれの処理区でも高く、試験年次の経過とともに減収傾向をしめしている。これは試験年次による馬鈴薯の豊凶の差と、連年馬鈴薯を栽培した連作の害があらわれたものと思われる。

又肥料養分の欠除区での減収傾向は4要素区にくらべて大きく、ことに無肥料区、無窒素区、無加里区、無石灰区では試験年次の経過とともに養分欠除の影響が著しく発現されるようになった。これらの関係を4要素区の収量に対する各年次の収量比でしめすと第2表、第6図にしめす通りである。



第5図 4要素に対する収量比の年次変化 (1958—1961)

4要素区；無堆肥区、堆肥区とも正常に生育し、茎葉収重、莖数、塊莖収量は他の養分欠除処理区にくらべて高い収量をあげた。

無肥料区；萌芽後地上部の生育が悪く葉色は淡黄緑色に褪色し、外観的に明らかな窒素欠乏の症状となった。莖長短かく、分枝数、塊莖の着生数が少なく、塊莖収量も最も低かった。又試験年次の経過するにしたがって、養分欠乏の症状は明瞭に、はげしく発現し、葉柄および莖に褐色条斑が現われ、葉は葉柄から下向しウイルス病様の症状を併発した。

無窒素区；無肥料区と同様の生育経過をたどり、窒素欠乏および条斑ウイルス病様の症状が現われた。莖葉重、分枝数、塊莖の着生数および塊莖収量は無肥料区について低い。

無磷酸区；生育は正常に行なわれ、莖長、塊莖の着生数とも、4要素区に劣らない生育を示し、塊莖収量は4要素区にくらべて僅かに優った。

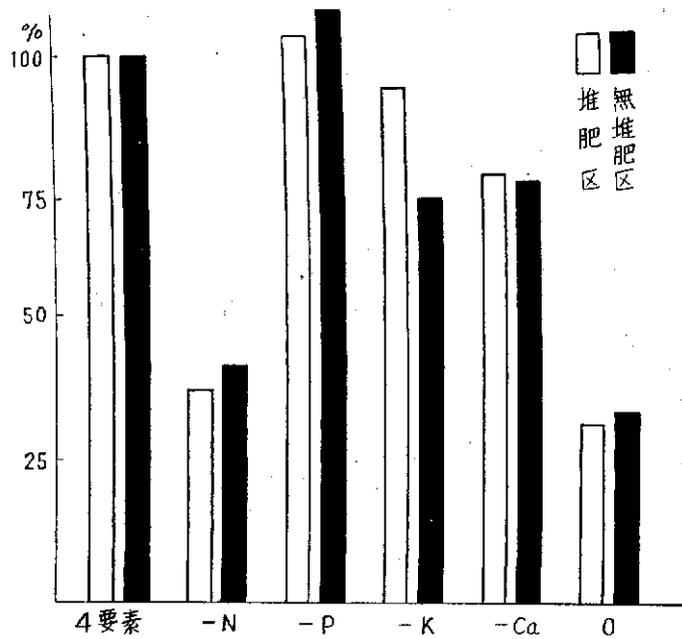
無加里区；初年度は4要素区にくらべて大差なく正常な生育を遂げたが、第2年目以後は莖葉の生育が不良となり、葉は濃緑を呈し、莖長は短く、葉や莖に褐色の加里欠乏症状が現われた。又莖は倒れやすく、生育後期に葉の枯れあがり早い。生育半ばで枯死する株も多くみられた。しかし塊莖の着生数は4要素区に比し若干少ない程度であったが、大いにも数の減少の著しかったことは、加里欠乏による炭水化物の同化および澱粉の貯蔵が阻害されたことによると思われる。無加里区の堆肥施用区では無施用区にくらべて生育は著しく良好であり、加里欠乏の症状は発現しない。塊莖の収量は無堆肥の4要素区よりも高く、堆肥4要素区にくらべて僅かに劣る程度であり、堆肥中に含まれる加里の肥効が極めて高いことが認められる。

無石灰区；初年度は4要素区にくらべて、殆んど差が認められなかったほど正常に生育した。しかし第2年目以後は年次の経過と共に生育は劣り、葉色は淡黄緑色となって、石灰および苦土の欠乏症状が発現した。塊莖の着生数は減少し、塊莖収量も同様減収傾向を示した。第4年目は無加里区の収量よりも劣る結果となって枯死する株も年々多くなり、石灰欠除の影響は予想した以上に現われた。無石灰区の堆肥施用区は、無堆肥区の生育収量より優ったが、減収傾向は同様に著しく、塊莖数も無肥料区について少なかった。

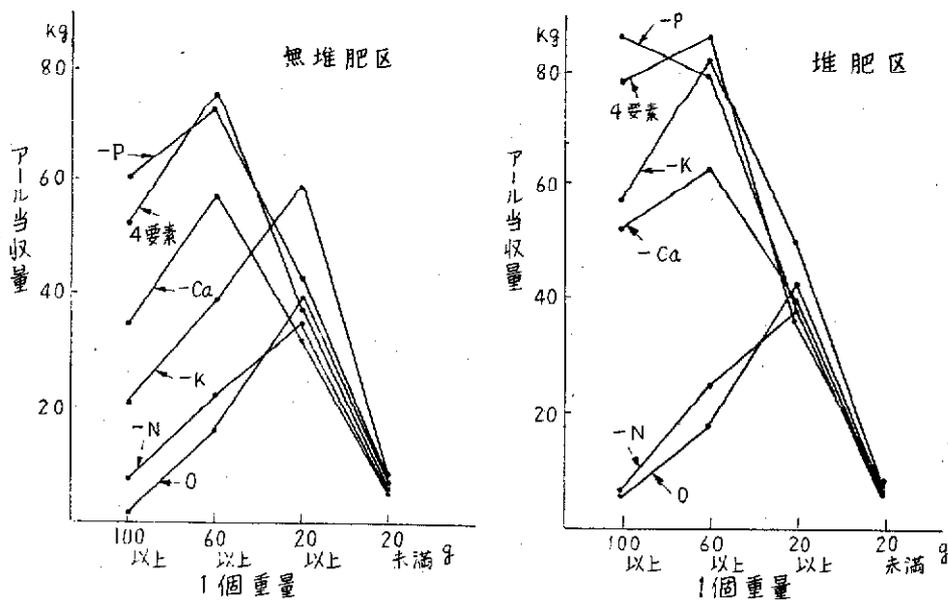
以上のように要素欠除の影響はとくに窒素や加里の欠除の影響が著しかった、加里の欠除については堆肥を施用することによって4要素の収量の94%まで高めることが出来る。又石灰欠除は堆肥の施用の有無にかかわらず80%以下であり、3年後からの地力低下が著しい。これは作物栄養としての石灰の欠乏のみでな

第2表 4要素区の塊茎収量に対する各処理区の比較

区名 年次 処理別	無堆肥区					堆肥区				
	1958	1959	1960	1961	平均	1958	1959	1960	1961	平均
4要素区収量 kg/a当	224.2	167.3	163.6	133.2	171.2	243.4	205.9	183.0	203.9	209.1
四要素区対比率 %	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
4要素	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
O	56.0	30.1	28.8	26.3	37.7	43.0	34.6	39.6	24.1	35.6
-N	56.0	35.5	34.9	34.3	41.8	47.0	33.7	38.1	27.4	37.0
-P	100.0	101.5	97.4	114.0	107.0	101.0	102.0	99.6	106.0	102.0
-K	99.0	74.1	54.4	56.0	74.3	96.0	92.0	91.8	94.0	93.6
-Ca	101.0	93.3	57.4	36.4	76.8	101.0	84.2	73.1	52.6	78.7



第6図 4要素試験地力指数 (4カ年平均)



第7図 要素欠と塊茎の大小別分布 (4カ年平均)

く、土壌中の石灰の減少が、土壌の反応を酸性化し（第3表）、根の養分吸収機能をおとろえさせることに起因するものであろう。

肥料養分の欠除が塊茎の肥大に及ぼす影響は、第7図に示すように、欠除の影響が現われやすい無窒素区、無加里区、無石灰区では炭水化物の同化蓄積が阻害されて塊茎の肥大が劣ることをしめしている。

堆肥施用の有無が塊茎の肥大に及ぼす影響は、無肥料区、無窒素区を除いて無堆肥区が堆肥区よりも塊茎の肥大が劣っている。

第3表 4要素試験後地の土壌の化学性

処理別	項目	酸 度		全窒素 %	C.E.C.	置換塩基 me/100g 中				塩基飽和度 (%)
		pH (kcl)	γ_1			Ca	Mg	K	Total	
堆肥施用	4要素	5.5	0.63	0.098	5.18	3.94	0.64	0.12	4.70	91
	-N	5.6	0.56	0.079	4.96	5.17	0.86	0.14	6.17	124
	-P	5.6	0.69	0.086	5.00	4.92	0.98	0.13	6.03	121
	-K	5.3	0.81	0.080	5.08	5.01	0.71	0.08	5.80	114
	-Ca	4.5	3.28	0.089	4.72	2.61	0.51	0.12	3.24	69
	O	5.3	0.88	0.080	5.00	1.77	1.33	0.10	3.20	64
堆肥無施用	4要素	5.6	0.63	0.074	5.43	4.25	0.82	0.14	5.21	96
	-N	5.8	0.56	0.061	5.60	7.11	0.80	0.24	8.15	145
	-P	5.8	0.56	0.077	5.49	3.44	1.16	0.16	4.76	85
	-K	5.8	0.50	0.075	5.59	3.65	0.96	0.10	4.71	84
	-Ca	4.9	2.63	0.070	5.56	1.50	0.33	0.12	1.95	35
	O	4.8	1.97	0.073	5.15	—	0.67	0.11	—	—

2. 要素の欠除が馬鈴薯の養分吸収に及ぼす影響

養分の作物体内における含有率および吸収量は気象、土壌、品種によって異なる。施肥養分の欠除条件下で吸収された養分量は、欠除した養分の天然供給量をしめすもので、各養分の天然供給量の豊寡が収量に密接な関係をしめすことは、すでに生育収量の項で明らかにした。秋作馬鈴薯に対する天然供給量を量的に明らかにするため収穫時の作物体を分析調査した。又同時に堆肥中に含まれる可給体養分量を堆肥施用系列と堆肥無施用系列の各養分欠除区の養分吸収量で比較した。

養分吸収量

各試験処理別、年次別の収穫物中の養分含有率及び風乾物収量を附表3に養分吸収量を第4表、附表5にしめた。同一処理区においても試験年次によって、養分の含有率にかなりの変異がみられた。要素の欠除は、欠除した養分の体内濃度を稀薄にし、ことに無窒素区では欠除第1年目から、無加里区では第2年目から、無石灰区では第3年目から著しい養分濃度の低下がみられており、養分の吸収が制限されたことを示した。又養分濃度の稀薄化が急激におこる年次と収量の減少傾向はよく一致した。養分の欠除は欠除した養分の吸収を制限するばかりでなく、他の養分の吸収に影響を及ぼす、すなわち茎葉中の含有率についてみる

第4表 秋作馬鈴薯の養分吸収量（4ヶ年平均）kg/a 当り

処理別	項目	無堆肥区					堆肥区				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
4要素		0.774	0.289	1.077	0.281	0.098	1.056	0.333	1.466	0.357	0.119
-N		0.196	0.142	0.534	0.135	0.033	0.248	0.152	0.664	0.165	0.042
-P		0.844	0.212	1.093	0.310	0.134	0.901	0.261	1.572	0.353	0.153
-K		0.558	0.200	0.525	0.132	0.032	1.023	0.352	1.028	0.421	0.178
-Ca		0.728	0.254	0.906	0.210	0.054	0.906	0.314	1.298	0.240	0.059
O		0.203	0.134	0.412	0.122	0.046	0.231	0.141	0.589	0.147	0.049

第5表 4要素の養分吸収量に対する各処理区の吸収量の比較

処理別	項目	無堆肥区					堆肥区				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
4要素区	吸収量 kg/a当	0.774	0.289	1.077	0.281	0.098	1.056	0.333	1.466	0.357	0.119
四要素区 対比率 %	4要素	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	-N	25.3	48.8	49.7	48.0	33.8	23.5	45.6	45.3	46.2	35.3
	-P	109.0	73.3	101.0	110.0	102.0	86.0	78.4	107.0	98.8	129.0
	-K	72.2	69.2	40.1	46.9	32.8	96.9	106.0	70.0	118.0	150.0
	-Ca	94.0	87.8	84.1	74.7	55.2	85.7	94.3	88.5	67.2	49.6
	O	26.1	46.4	38.3	43.4	47.1	21.9	42.3	40.2	41.2	41.2

と、無窒素区で窒素濃度の低下は、加里と石灰の含有率を高め、無加里区で加里濃度の低下は、窒素と苦土の含有率を高めた。無石灰区の石灰濃度の低下は、窒素と加里の含有率を高めるが苦土の含有率を低下させた。塊茎中の養分濃度が茎葉ほど明らかな傾向がみられなかったのは、塊茎が貯蔵機関であることによるものであろう。又堆肥施用区については無堆肥区ほどこのような関係は明らかでなかった。(附表3, 4)

養分吸収量は第4表に、4要素区対処理区の比較は第5表に示した通りである。

馬鈴薯に対する養分天然供給量

施肥養分を欠除した区の養分吸収量から、種いも中に含まれる養分含量の差は、天然に供給される養分量と見做すことが出来る。

第6表 種いも中に含有される養分量 (kg/a 当り)

項目	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
a 当り 20kg 中	0.065	0.043	0.137	0.004

第7表 馬鈴薯に対する天然養分供給量 (kg/a 当り)

項目	区別 年次	無堆肥区				
		1958	1959	1960	1961	平均
窒素	欠除区の吸収量	0.196	0.160	0.179	0.175	0.196
	天然供給量	0.131	0.105	0.114	0.110	0.131
燐酸	欠除区の吸収量	0.232	0.221	0.179	0.215	0.212
	天然供給量	0.189	0.178	0.136	0.172	0.169
加里	欠除区の吸収量	1.100	0.394	0.313	0.293	0.525
	天然供給量	0.963	0.257	0.176	0.156	0.388
石灰	欠除区の吸収量	0.270	0.246	0.228	0.095	0.210
	天然供給量	0.266	0.242	0.224	0.091	0.206

花崗岩畑土壌の馬鈴薯に対する天然養分供給量(第7表)は加里が最も高く、a 当り0.388kgである。ついで石灰の0.206kg、燐酸0.169kg、窒素の0.131kgとなっており、窒素の供給量が最も低い。これは4要素区の吸収量に対して窒素:16.9%、燐酸:58.5%、加里:36.0%、石灰:73.3%に相当する。養分の天然供給量は試験年次の気象および土壌条件によってことなり、窒素は初年から加里は第2年目から、石灰は第4年目にいたって著しく減少する。これは以前の作付に施した肥料の残効を消費して、その養分の枯渇したことをしめすものであり、潜在的に窒素、加里、石灰が欠乏しやすいことをしめすものと思われる。

馬鈴薯に対する肥料の吸収率

4要素試験に用いた成分量はa当り窒素：1.0kg, 磷酸：0.8kg, 加里：1.0kgを, 硫酸アンモニア, 過磷酸石灰, 硫酸加里で施用した. これらの肥料が馬鈴薯によって吸収利用される割合は, 硫酸アンモニア57.5%, 過磷酸石灰9.6%, 硫酸加里55.2% (4カ年平均) となる.

堆肥の施用効果

本試験に用いた堆肥には窒素0.25%, 磷酸0.12%, 加里0.59%, 石灰0.28%が含まれているが, これらの養分の全量が作物に吸収利用されるものでない. したがって, 堆肥中に含まれる成分のうち作物に吸収される養分量を明らかにしておくことは, 施肥量を決定する上に必要な事柄である.

堆肥区と無堆肥区に於けるおのおの処理区の吸収量の差から, 堆肥中に含まれる有効性の養分含量を推定すると, 第8表及び第9表にしめすようになる.

第8表 堆肥施用の有無が養分の吸収に及ぼす影響 (kg/a 当り)

項 目	養 分	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
堆肥4要素区		1.056	0.333	1.466	0.357	0.119
無堆肥4要素区		0.774	0.289	1.077	0.281	0.098
堆肥に依存した成分量		0.282	0.044	0.389	0.076	0.021

堆肥 a 当り 112.5kg 施用

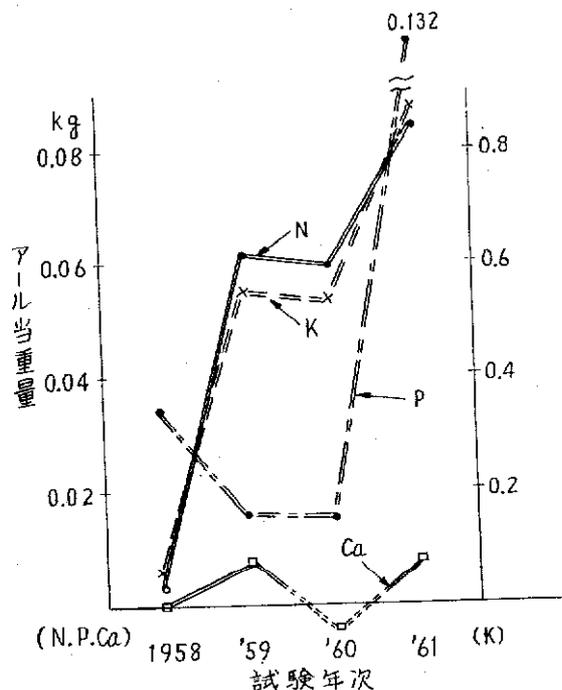
第9表 各処理区の堆肥に依存した年次別成分量 (kg/a 当り)

項 目	年 次	1958	1959	1960	1961	平 均
窒 素	堆肥無窒素区	0.273	0.221	0.238	0.259	0.248
	無窒素区	0.270	0.160	0.179	0.175	0.196
	堆肥に依存した成分量	0.003	0.061	0.059	0.084	0.052
磷 酸	堆肥無磷酸区	0.266	0.237	0.194	0.347	0.261
	無磷酸区	0.232	0.221	0.179	0.215	0.212
	堆肥に依存した成分量	0.034	0.016	0.015	0.132	0.049
加 里	堆肥無加里区	1.152	0.944	0.847	1.168	1.028
	無加里区	1.100	0.394	0.313	0.293	0.525
	堆肥に依存した成分量	0.052	0.550	0.534	0.875	0.503
石 灰	堆肥無石灰区	0.268	0.327	0.189	0.175	0.240
	無石灰区	0.270	0.246	0.228	0.095	0.210
	堆肥に依存した成分量	-0.0002	0.081	-0.039	0.080	0.030

堆肥 a 当り 112.5kg 施用

堆肥中に含まれる養分の吸収は, 施肥養分を欠除した場合, 欠除後の年次によって著しく異なり, 窒素及び加里は2年目以降で堆肥中の養分に依存する量が高くなる. 又磷酸は欠除によって収量に影響されることが少ないが, 第4年目にいたって施用した堆肥の磷酸が著しく有効化するようになった.

これら堆肥に依存した有効性の養分を4カ年平均値についてみると堆肥112.5kgの施用量では(第8表)窒素:0.282kg, 磷酸:0.044kg, 加里:0.389kg, 石灰:0.076kgであり施用堆肥量に対して, 窒素, 磷酸, 加里, 石灰がそれぞれ, 0.23%, 0.04%, 0.35%, 0.08%に相当する. しかし施肥養分を欠除した条件では, 堆肥から吸収される養分量は, 無窒素区で窒素を0.04%, 無磷酸区で磷酸を0.04%, 無加里で加里を0.45%, 無石灰区で石灰を0.03%吸収したにとどまり, 加里を除いてはいずれも完全区(4要素区)からの吸収量よりも少なくなった. ことに窒素や石灰の欠除区の吸収量が著しく低い. これは窒素の欠除によって土壌中の窒素濃度が低下したため, 有機物の分解に窒素の一部を利用固定されるための現象であろう. 又石灰の欠除区については土壌の反応が酸性化するために完全な根系の発達をさまたげたことが養分吸収を阻害したこと, 並びに有機物の腐植化に石灰が利用されることなどが原因として考えられる.



第8図 堆肥中より吸収された4要素量

以上の結果から堆肥に含まれる可給態の養分を推定する場合、窒素は0.25%、燐酸0.04%、加里0.40%程度と見做すことができ、これらに相当する成分量を施肥設計に見積ることができる。

III. 秋馬鈴薯に対する要素適量試験

瀬戸内海急傾斜地帯の花崗岩土壌では、その有機物が分解され易く、塩基置換容量の低い土壌である。又馬鈴薯に対する窒素、加里、石灰の天然供給量が乏しいこともすでに明らかにしたので、これらの要素の施用適量を知るため1958年から1960年の3カ年間3要素適量試験を行なった。

1) 試験方法及び試験処理

供試材料は当場産農林1号の春種を用いた。種いもはウスプルン消毒をし1/2に縦断したものを、60×30 cmに植付けた。肥料はa当り窒素1.0kg、燐酸0.8kg、加里1.0kgを基準に硫酸アンモニア、過燐酸石灰、硫酸加里で施用した。窒素の1/3量は萌芽前期頃に追肥としその他は元肥とした。

試験処理は窒素適量試験系列にあっては0～2.0kgまでを、燐酸適量試験系列では0～1.2kgまでを、又加里適量試験系列では0～2.0kgまでをおのおの0.4kg毎に増施し、石灰は苦土石灰をa当り7.5kg、堆肥はa当り112.5kgを施用した。

裏作には裸麦を普通栽培とし秋馬鈴薯～裸麦の作付で試験した。

植付は毎年9月初旬、収穫は11月末に行ない、生育、収量および作物体の化学分析調査を行なった。

2) 試験結果

1. 窒素適量試験

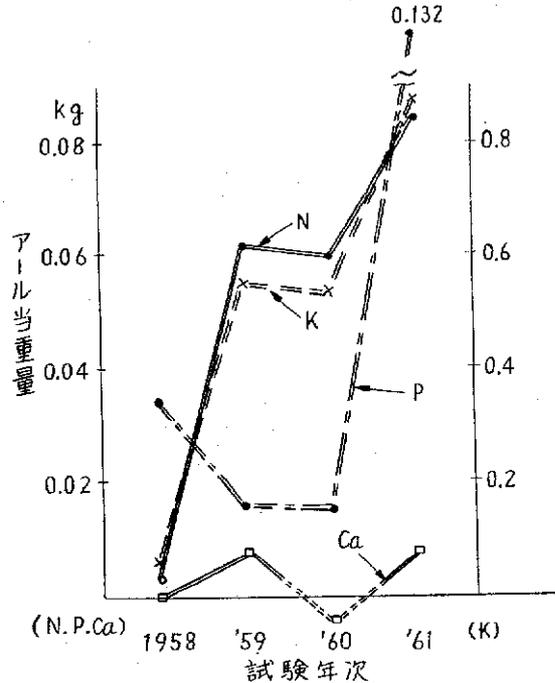
生育並びに収量

収穫時の茎葉、塊茎収量は第9図および附表6にしめした。

茎葉、塊茎ともに窒素施用量の増加によりa当り1.2kgまで増加し、それ以上の増施では増収効果は殆んど認められなかった。又、着生した塊茎数も同様の傾向であった。

養分の含有率および吸収量

茎葉中に吸収される窒素含量は窒素増施により1.53%から3.29%に増加した。又加里の含量も窒素の増施によって増加の傾向をしめしたが、石灰の含量は窒素や加里とは逆に3.51%から1.95%に減少した。塊茎の



第8図 堆肥中より吸収された4要素量

以上の結果から堆肥に含まれる可給態の養分を推定する場合、窒素は0.25%、燐酸0.04%、加里0.40%程度と見做すことができ、これらに相当する分量を施肥設計に見積ることができる。

III. 秋馬鈴薯に対する要素適量試験

瀬戸内海急傾斜畑地帯の花崗岩土壌では、その有機物が分解され易く、塩基置換容量の低い土壌である。又馬鈴薯に対する窒素、加里、石灰の天然供給量が乏しいこともすでに明らかにしたので、これらの要素の施用適量を知るため1958年から1960年の3カ年間3要素適量試験を行なった。

1) 試験方法及び試験処理

供試材料は当場産農林1号の春種を用いた。種いもはウスプルン消毒をし1/2に縦断したものを、60×30cmに植付けた。肥料はa当り窒素1.0kg、燐酸0.8kg、加里1.0kgを基準に硫酸アンモニア、過燐酸石灰、硫酸加里で施用した。窒素の1/3量は萌芽揃期頃に追肥としその他は元肥とした。

試験処理は窒素適量試験系列にあっては0～2.0kgまでを、燐酸適量試験系列では0～1.2kgまでを、又加里適量試験系列では0～2.0kgまでをおのおの0.4kg毎に増施し、石灰は苦土石灰をa当り7.5kg、堆肥はa当り112.5kgを施用した。

裏作には裸麦を普通栽培とし秋馬鈴薯～裸麦の作付で試験した。

植付は毎年9月初旬、収穫は11月末に行ない、生育、収量および作物体の化学分析調査を行なった。

2) 試験結果

1. 窒素適量試験

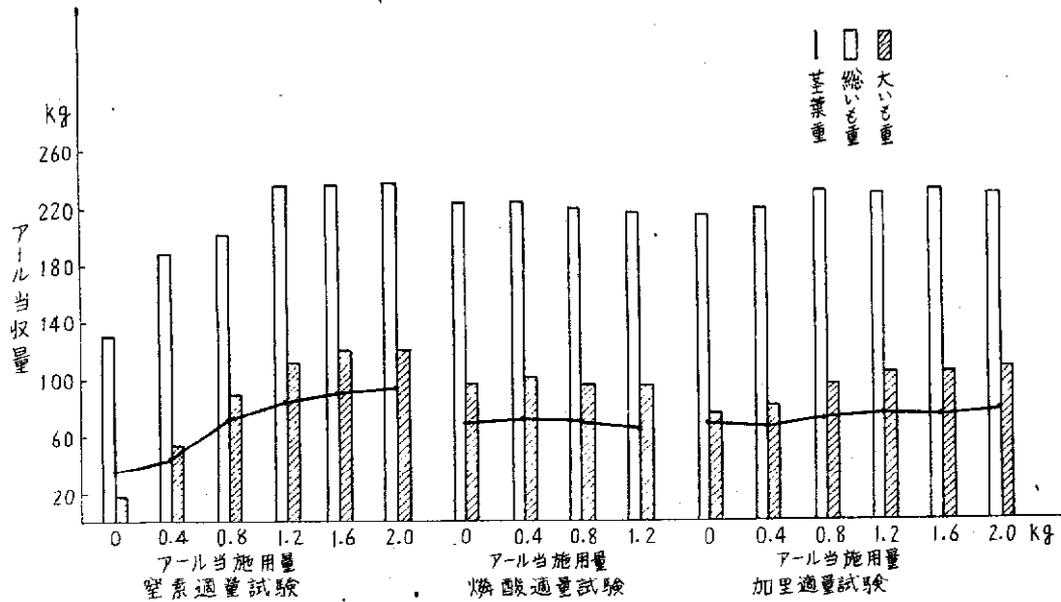
生育並びに収量

収穫時の莖葉、塊茎収量は第9図および附表6にしめた。

莖葉、塊茎ともに窒素施用量の増加によりa当り1.2kgまで増加し、それ以上の増施では増収効果は殆んど認められなかった。又、着生した塊基数も同様の傾向であった。

養分の含有率および吸収量

莖葉中に吸収される窒素含量は窒素増施により1.53%から3.29%に増加した。又加里の含量も窒素の増施によって増加の傾向をしめたが、石灰の含量は窒素や加里とは逆に3.51%から1.95%に減少した。塊茎の



第9図 適量試験における茎葉および塊茎収量

第10表 窒素の施用量と収穫物中の成分含有率

項目 窒素施用量	茎葉重 kg/a当り	茎葉中の成分含有率 %					塊茎重 kg/a当り	塊茎中の成分含有率 %				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
0 kg	5.52	1.53	0.54	3.50	3.51	0.79	31.8	0.95	0.52	2.27	0.11	0.10
0.4	7.87	1.64	0.40	3.34	2.82	0.62	48.7	1.16	0.53	2.26	0.08	0.12
0.8	9.08	2.06	0.40	4.09	2.36	0.78	53.4	1.28	0.53	2.03	0.08	0.11
1.2	10.16	2.11	0.39	4.10	2.29	0.62	55.2	1.44	0.50	1.89	0.09	0.09
1.6	10.13	2.89	0.49	4.63	1.84	0.78	56.1	1.64	0.51	2.10	0.18	0.15
2.0	10.70	3.29	0.52	4.36	1.95	0.90	56.2	1.57	0.47	1.78	0.14	0.16

第11表 窒素の施用量と養分吸収量

項目 窒素施用量	養分吸収量 (kg/a当り)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
0 kg	0.440	0.197	0.946	0.242	0.081
0.4	0.702	0.291	1.388	0.274	0.106
0.8	0.885	0.322	1.497	0.274	0.138
1.2	1.031	0.319	1.490	0.288	0.121
1.6	1.243	0.339	1.626	0.324	0.170
2.0	1.262	0.340	1.497	0.301	0.190

窒素吸収量は1.2kg 施用量までは急激に増加しているがそれ以上窒素の施用量を増加しても吸収は余り増加しなかった。

2. 磷酸適量試験

生育並びに収量

磷酸肥料の増施は茎葉および塊茎の収量に殆んど影響がなく、塊茎重については磷酸を0.8kg 以上施用した区で僅かに減少した(第9図および附表7)。これは試験3年目の1960年に一部の試験区において夜盗虫の加害があり生育に影響したことに起因したと思われる。

養分の含有率および吸収量

磷酸肥料の増施によって茎葉中の磷酸含量を0.8kg 施用区まで僅かに高めることが出来たが、1.2kg 施用区では再び減少し、塊茎中の磷酸も殆んど差がみられなかった。これは磷酸無施用区においてすでに作物の生育に支障のないだけの磷酸が吸収されていて、それ以上の増施でも含量に影響しなかったものと思われる。

第12表 磷酸の施用量と収穫物中の成分含有率

項目 磷酸施用量	茎葉重 kg/a当り	茎葉中の成分含有率 %					塊茎重 kg/a当り	塊茎中の成分含有率 %				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
0 kg	7.64	2.55	0.35	5.26	1.99	0.78	54.6	1.39	0.51	1.90	0.13	0.29
0.4	8.60	2.37	0.35	4.66	2.19	0.84	54.6	1.49	0.48	1.87	0.13	0.21
0.8	7.94	2.65	0.43	4.75	2.06	0.74	51.8	1.50	0.48	1.98	0.14	0.15
1.2	8.06	2.29	0.41	4.69	1.67	0.68	51.8	1.45	0.51	1.97	0.13	0.18

第13表 磷酸の施用量と養分吸収量

項目 磷酸施用量	養分吸収量 (kg/a当り)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
0 kg	0.976	0.309	1.477	0.235	0.230
0.4	1.045	0.292	1.466	0.276	0.206
0.8	1.011	0.287	1.438	0.252	0.145
1.2	0.953	0.299	1.430	0.219	0.157

3. 加里適量試験

生育並びに収量

加里施用量の増加が生育収量に及ぼす影響は第9図および附表8に示した。加里の施用量1.2kgまでの増施は塊茎、茎葉ともに増収の傾向を示すが、それ以上施用しても増収効果は認められなかった。

養分の含有率および吸収量

加里の増施によって0.8kg区までは茎葉、塊茎ともに窒素の含有率を高めたが、それ以上では差が認められない。茎葉中の石灰、苦土の含有率は加里の増施により明らかに減少した。塊茎については一定の傾向は認められなかった。又石灰や苦土の吸収は加里の増施により阻害され加里と石灰、苦土の3塩基の間に拮抗作用のあることが認められる。

3) 考 察

本試験の施肥設計は基準となる各要素の施肥量を窒素1.0kg、磷酸0.8kg、加里1.0kg、石灰7.5kgとしているので、窒素、磷酸、加里はいずれも最高収量をあげうる施用量か、又はそれ以上を施用しているのか、おのおのの試験系列以外の要素によって、生産を限定されることは考えられない。したがってこの地帯の秋

第14表 加里施用量と収穫物中の成分含有率

項目 加里施用量	茎葉重 kg/a当り	茎葉中の成分含有率 %					塊茎重 kg/a当り	塊茎中の成分含有率 %				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
0 kg	8.51	2.26	0.43	3.05	2.37	1.12	51.5	1.30	0.49	1.83	0.09	0.10
0.4	8.72	2.08	0.41	3.72	2.46	0.96	52.6	1.38	0.50	1.89	0.12	0.11
0.8	9.02	2.49	0.42	4.00	2.24	0.82	55.0	1.53	0.50	1.96	0.12	0.12
1.2	8.91	2.47	0.42	4.77	2.08	0.73	54.6	1.39	0.51	1.97	0.08	0.12
1.6	8.90	2.20	0.40	5.00	2.00	0.65	54.5	1.53	0.52	2.03	0.09	0.10
2.0	9.57	2.47	0.42	5.68	1.85	0.50	54.7	1.33	0.51	2.14	0.08	0.12

第 15 表 加里の施用量と馬鈴薯の養分吸収量

項 目 加里施用量	養 分 吸 収 量 (kg/a 当り)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
0 kg	0.879	0.294	1.225	0.260	0.152
0.4	0.923	0.320	1.352	0.289	0.152
0.8	1.074	0.312	1.466	0.281	0.147
1.2	0.996	0.314	1.540	0.245	0.127
1.6	1.045	0.320	1.593	0.242	0.125
2.0	0.985	0.319	1.756	0.232	0.121

作馬鈴薯に対する 3 要素適量を本試験の結果から推定すると次の通りである。

すなわち堆肥 112.5kg を併用した場合の施肥成分適量は、窒素 1.2~1.6kg、磷酸 0~0.4kg、加里は 0.8~1.2kg で最高収量を得ることができる。しかし堆肥を併用しない場合についての施肥量は、堆肥中に含まれる有効態成分量の窒素 0.3kg、磷酸 0.05kg、加里 0.5kg を化学肥料で増施することが必要であり、堆肥中の有効態成分を加えると窒素 1.5~1.9kg、磷酸 0.45kg、加里 1.3~1.7kg が適当であろう。

作物に対する施肥量の決定には前作物の種類や収穫後他の肥料の残効を考慮する必要がある。前作物の施肥条件と、その作物の養分吸収力の差によって、後地に残存する土壌中の養分にかなりの相異がみられる。すなわち前作が麦・甘藷、又は除虫菊作の如く、1年2毛作又は2年2毛作の作付の場合、年3毛作の作付に比べて残存養分は少なく⁽⁶⁾、年3毛作で構成される夏作後地の馬鈴薯に対する施肥量は、前記した施肥標準量より窒素施肥量の約10%を減肥して施すことが適当と考える。

又、この試験の結果から 1 養分の多用が他の養分の吸収に影響を及ぼし、作物体の養分の平衡をくずす原因となることが考えられる。すなわち施肥養分量の増加は、その養分の体内濃度を高めるが、これに対して他の養分濃度を低下させ、この関係を窒素の含量に対する比較であらわすと第16表の通りとなる。

又、おのおの適量試験の最高収量をしめた施用量で、馬鈴薯が吸収した養分量を第16表から整理すると

第 16 表 収穫物中風乾試料の養分含量比較
(窒素を 1 とした場合)

施 用 量 kg/a	茎葉中窒素に対する比					塊茎中窒素に対する比					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	
窒素適量試験	0	1	0.35	2.29	2.29	0.52	1	0.58	2.39	0.12	0.11
	0.4	1	0.24	2.04	1.74	0.38	1	0.46	1.95	0.07	0.10
	0.8	1	0.19	1.99	1.14	0.38	1	0.41	1.59	0.06	0.09
	1.2	1	0.18	1.94	1.09	0.29	1	0.35	1.31	0.06	0.06
	1.6	1	0.17	1.60	0.64	0.27	1	0.31	1.28	0.11	0.09
	2.0	1	0.16	1.33	0.59	0.27	1	0.30	1.12	0.09	0.10
磷酸適量試験	0	1	0.14	2.04	0.78	0.30	1	0.37	1.41	0.10	0.21
	0.4	1	0.15	1.93	0.93	0.35	1	0.32	1.26	0.09	0.14
	0.8	1	0.16	1.77	0.77	0.27	1	0.32	1.32	0.09	0.10
	1.2	1	0.18	2.04	0.77	0.30	1	0.36	1.39	0.09	0.13
加里適量試験	0	1	0.19	1.35	1.05	0.50	1	0.38	1.41	0.07	0.07
	0.4	1	0.20	1.79	1.18	0.46	1	0.35	1.37	0.08	0.08
	0.8	1	0.18	1.61	0.90	0.34	1	0.33	1.28	0.08	0.08
	1.2	1	0.17	1.92	0.85	0.29	1	0.37	1.41	0.06	0.08
	1.6	1	0.18	2.37	0.91	0.30	1	0.35	1.33	0.05	0.07
	2.0	1	0.16	2.37	0.77	0.20	1	0.39	1.61	0.06	0.10

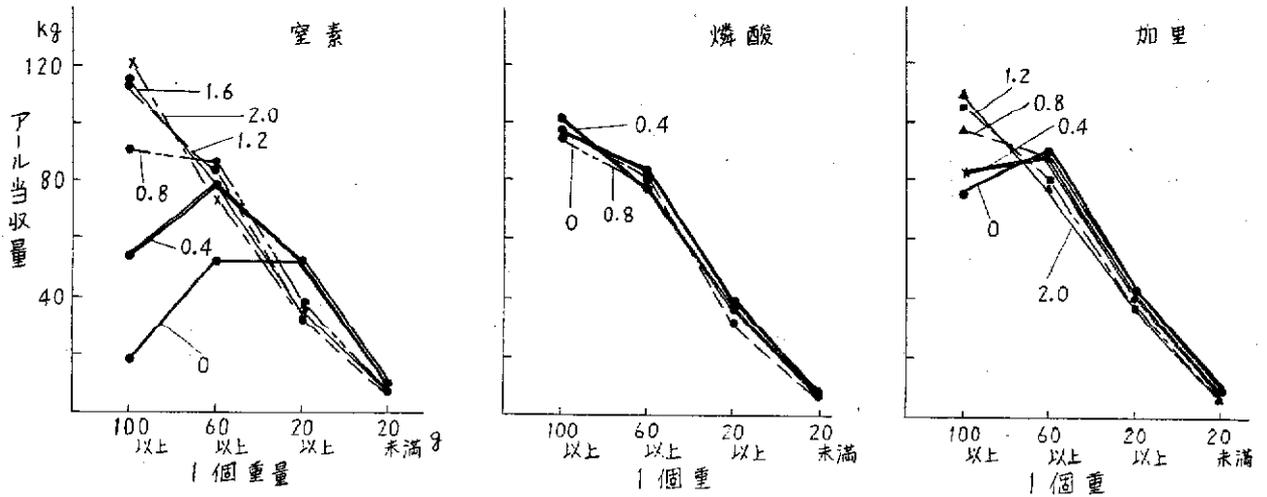
第17表の通りとなり、この表から馬鈴薯の生育収量に最も望ましいと思われる体内各養分濃度の平衡関係を知ることができる。

馬鈴薯の同化作用に及ぼす要素の影響は、加里より窒素の影響が大であるといわれている⁽⁸⁾、本試験の結果も窒素施肥の増加は塊茎の着生数を増加し、又第10図に示したように、大いもえの肥大量の増加も加里

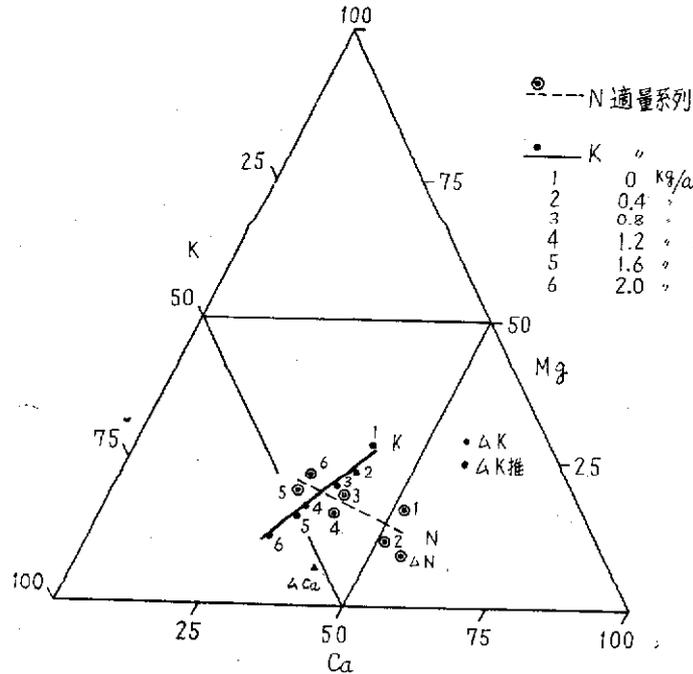
第17表 馬鈴薯の収穫時における養分の平衡関係

項目	養分	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
茎葉 (平均)		1.0	0.15~0.18	1.60~1.94	0.90~1.09	0.27~0.35
塊茎		1.0	0.32~0.35	1.26~1.31	0.06~0.09	0.06~0.14

各養分の施用適量における窒素Iとした場合の数値



第10図 各々養分施用量と塊茎の大小別分布
 燐酸適量試験系列の1.2kg以上に差は認められない



第11図 窒素および加里の増施が作物体茎葉の塩基に及ぼす影響 (1958—1960平均)
 K+Ca+Mgの100g中同等量を100とした場合のK, Ca, Mgの分布割合

施肥の増加の場合より著しく効果が大きであった。加里は塊茎の着生数には殆んど影響を及ぼしていないが、生育初期の莖葉中の加里含量の増加は、同化炭水化物を貯蔵する機能に役立つものようである。

馬鈴薯に吸収される石灰、苦土、加里、曹達は概ね一定の吸収総量をしめすといわれており、したがってこれらの養分のうち1養分の多量の吸収は、他の養分の吸収を阻害させることが考えられる。

収穫時における莖葉中の養分含量を、100g 当り風乾重に対する各養分の相当量で算出し、石灰、苦土、加里の総量を100とした場合のおのおのの成分の分布比率をしめすと、第11図にしめす3角図表のようになる。

すなわち窒素施肥の増加によって、3種塩基の関係は、加里の吸収は僅かに減少し、石灰の吸収は著しく減少する傾向にあり、又苦土の吸収は僅かに助長されることが明らかである。加里肥料の増施は加里の吸収を高めるが、石灰の吸収を減少させ、苦土の吸収を著しく抑制しており、窒素と石灰および加里と苦土の間に拮抗関係のあることが認められた。このような養分吸収の拮抗関係から、窒素の適量、又は加里の適量以上の増施はかえって他の養分の吸収を抑制して生産を停滞せしめる原因になるのではないかと思われる。

IV. 施肥の方法並びに肥料の種類が馬鈴薯の生育収量に及ぼす影響

瀬戸内海畑地帯の春秋作馬鈴薯は概ね90~100日の短い生育期間に、多量の炭水化物を同化し、a 当り230 kg 内外の塊茎を生産することができるが、そのためには生育の初期から充分な量の養分を吸収できるように、各種養分を供給する必要がある。しかし多肥栽培を必要とする馬鈴薯に対して、一時に多量を施すことは、土壤中の塩類濃度を異常に高めて根の発達を阻害したり、あるいは土壤の反応を酸性化させる原因となったり、又肥料成分のいたずらな損失を招く原因となるので適切な施用時期や分施の方法および肥料の種類をみつけたことが必要である。

(1) 窒素の追肥時期と分施の割合が馬鈴薯の生育に及ぼす影響

秋馬鈴薯に対する窒素の施用量は、堆肥加用の場合 a 当り 1.0~1.2kg が適量であると考えられたが、これを元肥に多く施すと容易に流亡させることにもなる。これを防ぐために分施するが、その分施の影響を春作と秋作とで比較検討して、作型と窒素分施の適切な方法を明らかにしようとした。

1) 試験方法

1960年にはウンゼンを、1961年には農林1号を用い、1区面積9.9m²の3区制で試験を行なった。植付は1960年には春作は3月3日、秋作は8月31日に行ない、1961年は春作は2月27日、秋作は9月6日に行なった。施肥はa 当り硫酸アンモニア5kg、過磷酸石灰4.5kg、硫酸加里2.0kg および堆肥100kgを施用した。硫酸アンモニアの追肥量以外は元肥とし、播種溝側下に施した。硫酸アンモニアの追肥は畦の側方に施用し、各区ともに土寄せを行なった。掘取調査は春作を6月下旬に、秋作は11月下旬に行なった。試験処理は第18表の通りである。

第18表 試験区の構成

試験区別	施肥期	元肥	萌芽揃期	塊茎形成期	塊茎肥大期
1	全量元肥	○			
2	全量追肥		○	○	○
3	2/3元肥 1/3追肥	○	○		
4	2/3元肥 1/3追肥	○	○	○	
5	1/3元肥 2/3追肥	○	○	○	
6	2/3元肥 1/3追肥	○		○	
7	2/3元肥 1/3追肥	○		○	○

註 ○印は窒素の施肥時期を示す

2) 試験結果並びに考察

1960年春秋作の塊茎収量についてみると(第19・20表)、全量元肥(1)区は全量追肥(2)区にくらべて春秋作とも8~10%収量は優り、塊茎着生数、塊茎の肥大も良好であった。又、一部を元肥として残余を追肥とす

施肥の増加の場合より著しく効果が大きであった。加里は塊茎の着生数には殆んど影響を及ぼしていないが、生育初期の茎葉中の加里含量の増加は、同化炭水化物を貯蔵する機能に役立つものようである。

馬鈴薯に吸収される石灰、苦土、加里、曹達は概ね一定の吸収総量をしめすとされており、したがってこれらの養分のうち1養分の多量の吸収は、他の養分の吸収を阻害させることが考えられる。

収穫時における茎葉中の養分含量を、100g 当り風乾重に対する各養分の厩当量で算出し、石灰、苦土、加里の総量を100とした場合のおのおのの成分の分布比率をしめすと、第11図にしめす3角図表のようになる。

すなわち窒素施肥の増加によって、3種塩基の関係は、加里の吸収は僅かに減少し、石灰の吸収は著しく減少する傾向にあり、又苦土の吸収は僅かに助長されることが明らかである。加里肥料の増施は加里の吸収を高めるが、石灰の吸収を減少させ、苦土の吸収を著しく抑制しており、窒素と石灰および加里と苦土の間に拮抗関係のあることが認められた。このような養分吸収の拮抗関係から、窒素の適量、又は加里の適量以上の増施はかえって他の養分の吸収を抑制して生産を停滞せしめる原因になるのではないかとと思われる。

IV. 施肥の方法並びに肥料の種類が馬鈴薯の生育収量に及ぼす影響

瀬戸内海畑地帯の春秋作馬鈴薯は概ね90~100日の短い生育期間に、多量の炭水化物を同化し、a 当り230 kg 内外の塊茎を生産することができるが、そのためには生育の初期から充分な量の養分を吸収できるように、各種養分を供給する必要がある。しかし多肥栽培を必要とする馬鈴薯に対して、一時に多量を施すことは、土壤中の塩類濃度を異常に高めて根の発達を阻害したり、あるいは土壤の反応を酸性化させる原因となったり、又肥料成分のいたずらな損失を招く原因となるので適切な施用時期や分施の方法および肥料の種類をみつけだすことが必要である。

(1) 窒素の追肥時期と分施の割合が馬鈴薯の生育に及ぼす影響

秋馬鈴薯に対する窒素の施用量は、堆肥加用の場合 a 当り 1.0~1.2kg が適量であると考えられたが、これを元肥に多く施すと容易に流亡させることにもなる。これを防ぐために分施するが、その分施の影響を春作と秋作とで比較検討して、作型と窒素分施の適切な方法を明らかにしようとした。

1) 試験方法

1960年にはウンゼンを、1961年には農林1号を用い、1区面積9.9m²の3区制で試験を行なった。植付は1960年には春作は3月3日、秋作は8月31日に行ない、1961年は春作は2月27日、秋作は9月6日に行なった。施肥はa 当り硫酸アンモニア5kg、過磷酸石灰4.5kg、硫酸加里2.0kg および堆肥100kgを施用した。硫酸アンモニアの追肥量以外は元肥とし、播種溝側下に施した。硫酸アンモニアの追肥は畦の側方に施用し、各区ともに土寄せを行なった。掘取調査は春作を6月下旬に、秋作は11月下旬に行なった。試験処理は第18表の通りである。

第18表 試験区の構成

試験区別	施肥期	元 肥			
		元 肥	萌芽揃期	塊茎形成期	塊茎肥大期
1 全量元肥		○			
2 全量追肥			○	○	○
3 2/3元肥 1/3追肥		○	○		
4 2/3元肥 1/3追肥		○	○	○	
5 1/3元肥 2/3追肥		○	○	○	
6 2/3元肥 1/3追肥		○		○	
7 1/3元肥 2/3追肥		○		○	○

註 ○印は窒素の施肥時期を示す

2) 試験結果並びに考察

1960年春秋作の塊茎収量についてみると(第19・20表)、全量元肥(1)区は全量追肥(2)区にくらべて春秋作とも8~10%収量は優り、塊茎着生数、塊茎の肥大も良好であった。又、一部を元肥として残余を追肥とす

第19表 春秋作に於ける窒素の追肥と収量 (a当) 1960

項目	塊 茎 重 (kg)					比 較 率	塊 茎 数				
	100g 以上	60g以上	20g以上	20g未満	計		100g 以上	60g以上	20g以上	計	
春 作	1	142.6	103.5	49.6	6.7	302.4	100	977	1,187	1,147	3,311
	2	132.1	95.9	43.6	7.6	279.2	92	983	1,147	960	3,090
	3	168.0	100.9	42.8	8.1	319.8	106	1,157	1,230	997	3,384
	4	149.9	111.0	49.6	7.5	318.0	105	1,057	1,350	1,167	3,574
	5	148.3	99.1	43.3	5.7	296.4	98	1,043	1,207	973	3,223
	L.S.D.	5%				23.8				
	1%				34.6					
秋 作	1	127.2	57.3	38.9	5.9	229.3	100	880	706	973	2,559
	2	112.2	53.0	36.0	6.1	207.3	90	756	646	900	2,302
	3	144.9	56.1	36.4	7.8	245.2	107	973	703	896	2,572
	4	154.7	64.8	29.9	8.3	257.7	112	1,003	820	806	2,629
	5	145.8	56.7	37.5	6.2	246.2	107	953	700	946	2,599
	L.S.D.	5%				27.0				
	1%				39.3					

第20表 春秋作における窒素の追肥と収量 (a当) 1961

項目	い も 重 (kg)					比 較 率 %	い も 数				
	100g 以上	60g以上	20g以上	20g未満	計		100g 以上	60g以上	20g以上	計	
春 作	1	76.9	66.1	39.0	5.7	187.7	100	570	854	973	2,397
	3	87.4	71.5	41.5	5.6	207.0	110	667	915	1,023	2,605
	6	75.0	63.9	41.3	6.0	186.2	99	591	812	994	2,397
	4	86.7	76.7	39.7	6.7	209.8	112	695	976	972	2,643
	7	73.4	57.4	38.6	6.7	176.1	94	561	720	964	2,245
秋 作	1	107.8	57.6	27.8	7.5	200.7	100	763	732	763	2,258
	3	130.2	57.6	22.6	9.4	219.8	110	970	708	598	2,276
	6	124.8	60.6	20.4	8.2	214.0	107	860	763	641	2,264
	4	120.3	65.8	20.6	7.8	214.5	107	848	806	610	2,264
	7	118.3	52.5	27.1	9.5	207.4	103	867	659	781	2,307

る分施肥については、2/3を元肥に1/3を追肥とする(3),(4)区の収量が(1)区の全量元肥区より春作で5%、秋作で7~10%高い収量であり塊茎の着生数、塊茎の肥大状況も良好であった。元肥1/3、追肥2/3の追肥を重点とした施肥法では春秋作とも元肥2/3、追肥1/3の施肥法で行なったものの収量よりも低い。1961年の農林1号を用いて行なった試験結果もウンゼンを供試した前年の結果と同様な傾向をしめした。

追肥の適期については春秋作ともにほぼ同様な傾向がみられるが、春作の場合は萌芽揃期に施用したものが最も効果が高く、塊茎形成期以後の追肥だけでは有効でなかった。一方秋作の場合は萌芽揃期から塊茎形成期までの期間追肥の効果がみられ、春作と秋作では追肥の適期の間に若干の差が認められる。このように追肥の適期の間に差のあることは春作にあっては、萌芽迄の期間が長く、元肥から追肥までの日数は約45日間であり、この期間に根群の発達はかなり促進され、萌芽期に施した窒素は充分利用される。これに対して、秋作は萌芽までに要する期間が短かく、元肥と萌芽期の追肥が接近していること、萌芽期前後の台風期の降雨が肥料成分の流亡を助長することなどのために、萌芽期のみの追肥よりも萌芽期から塊茎肥大期にかけての分施肥に効果があったものと考えられる。

以上の結果から、春作に対する馬鈴薯の窒素の追肥は2/3程度を元肥に、残りの1/3を萌芽揃期頃すなわ

ち生育初期に追肥することが望ましく、又秋作に対しては2/3程度を元肥に、残りの1/3を萌芽揃期頃から塊茎形成期頃までに1~2回追肥することが生育や気象条件から考えて適当であろう。

以上の事実は1961年に農林1号のほかに早生種 of 材料を用い、春作で夏種男爵、秋作で春種北海12号を供試した結果からも確認することが出来た(第21表)。

第21表 春秋作における窒素の追肥と収量比 1961

試験区	春作	秋作	備考
1	100%	100%	品 種 春 作 - 男 爵
3	102	112	
6	90	103	
4	106	112	秋 作 - 北 海 12 号
7	81	95	

(2) 磷酸質肥料の種類が馬鈴薯の生育収量に及ぼす影響

馬鈴薯に対して過磷酸石灰を施用しても、収量には殆ど効果が認められなかったが、種類のことなる磷酸質肥料を用いてそれらの肥効を比較した。

1) 試験方法

品種は当場産春種の西海6号を用い、60×25cmの間隔に植付け、施肥は窒素1.2kg、磷酸1.0kg、加里1.0kgを全量元肥に施用した。窒素は硫酸アンモニア、加里は硫酸加里、磷酸はミネラル磷肥、溶性磷肥および過磷酸石灰を用いた。植付は9月18日、収穫は11月30日に行なった。

2) 試験結果並びに考察

萌芽は過磷酸石灰区で、不揃となり、萌芽期日も2日間長くなった。これは過磷酸石灰が種いもに接触し、萌芽や初期の生育を抑制したものと思われる。その後の茎の伸長にも若干影響したが、茎葉重は無磷酸区より優っており、溶性磷肥と同程度であった。微量要素を含むミネラル磷肥の生育は良好であった。

第22表 生育調査

試験区別	萌芽の良否	萌芽期間	茎長	比較比率	a当り茎葉重	比較比率
1. 無 磷 酸	良	19日	28.1cm	100%	69.4kg	100%
2. ミネラル磷肥	良	18	29.7	106	79.0	114
3. 溶性磷肥	良	18	28.8	102	73.2	106
4. 過磷酸石灰	やや不揃	20	25.5	93	73.3	106

第23表 磷酸質肥料の種類と馬鈴薯の収量 (a当)

肥料の種類	項目 茎葉重 kg	塊茎数			塊茎の収量 kg			
		上	小	計	上	小	計	比較比率
無 磷 酸	69.4	1,309	1,491	2,800	122.7	60.5	183.2	100%
ミネラル磷肥	79.0	1,358	1,614	2,972	131.8	61.0	192.8	105
溶性磷肥	73.2	1,347	1,405	2,752	124.4	53.9	178.3	97
過磷酸石灰	73.2	1,136	1,647	2,783	102.9	64.4	167.3	89

溶性磷肥区、過磷酸石灰区の塊茎着生数および塊茎収量はミネラル磷肥より劣り、さらに無磷酸区にも及ばなかった。ことに過磷酸石灰区の収量が低く、過磷酸石灰中に含まれる遊離の酸が馬鈴薯の初期の生育を害し、これが生育の後期まで影響したものと考えられる。したがって過磷酸石灰の如き遊離の酸を含む肥料は種いもとの接触を避け、堆肥と混合して施すことが望まれる。施用した磷酸質肥料の中で、ミネラル磷肥が唯一の肥効をしめしたが、これは磷酸の肥効と考えるよりもむしろこれに含まれる苦土、マンガ、礬素

など微量要素が肥効を現わしたものであろう。

(3) 加里の供給時期の差異が塊茎の形成並びに肥大に及ぼす影響

馬鈴薯に吸収された加里の体内濃度は塊茎の形成又は肥大に密接な関係をもつものと考えられたので、馬鈴薯の生育期間のうちでいつの時期に加里を最も必要とするかを明らかにしようとし、春作と秋作についてその肥効を比較した。

1) 試験方法

2,000分の1ワグネルポットに水洗した石英砂を各鉢18kg 充填し砂耕法によって試験した。培養液は春日井培養液に準じて次にかかげるA, B, C液各々4lを調製し、各原液50ccを22.5lに希釈して用いた。

各原液1l中の成分量

A 液: NH_4NO_3 20.85g	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 14.65g	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 110.28g
B 液: KCl 49.0g		
C 液: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 52.8g		

加里欠除処理はB液を培養液より除くことにより、加里を含まない培養液を調製した。希釈液には井戸水を用いたので、微量要素は添加しなかった。供試材料は当场産ウンゼンを、春作に対しては秋種を、秋作に対しては春種を用いた。種いも1個55gの整一なものを選び1鉢当1個を、春作は3月6日に、秋作は2cm位萌芽させたものを9月6日に植付けた。植付後発根するまでの期間は井戸水を注加し、発根後3lの培養液を1鉢当り45分間注加して後は排水した。これを1日2回繰り返して行った。培養液は3日毎に更新した。完全区に栽培した馬鈴薯の生育経過により、塊茎形成期、塊茎肥大期に分けて1区5ポットを使用し、次にしめす試験処理を行なった。収穫調査は6月29日、11月30日に行なった。

第24表 試験区の構成

1	全 期 間	+K	5.20	
2	塊茎形成期より	-K	10.10	6.7
3	塊茎肥大期より	-K		11.1
4	全 期 間	-K	5.20	
5	塊茎形成期より	+K	10.10	6.7
6	塊茎肥大期より	+K		11.1

..... 加里欠除期間
————— 加里供給期間

2) 試験結果並びに考察

砂耕栽培における馬鈴薯の生育は圃場に生育する馬鈴薯にくらべて不良であった。これは春作については生育初期の、秋作については生育後期の気温の低下が圃場におけるよりも著しかったことも一原因と思われる。すなわち砂耕試験では白色磁製のポットに白色の石英砂を充填したことが、日中の太陽副射熱の吸収利用を悪くし、さらに夜間に低温となった培養液を昼間灌注したことに原因があると思われる。

しかしこのように条件は不自然ではあったが、春秋作の生育の特長は現われ、一応試験の目的は達することが出来たと考える。

1. 加里欠発現の様相

完全区の生育は概ね正常な生育経過を辿って収穫時に至った。欠除区の生育は種いもに含まれる養分を利用して生育することのできる期間を過ぎると、葉色は次第に暗緑色を増し、葉や茎に褐色斑点を発生し、明らかに、加里欠乏の症状がみられるようになった。又下葉の周縁部の発達が停止し、葉巻状の形態となることを認めた。生育後期に、加里欠除処理を行なったものは処理後約1週間で、加里欠乏の症状をしめすようになり、初期生育との平衡を失ない、全期間を通じての欠除区にくらべ加里欠乏の症状は著しく発現することが観察できた。又急激な加里欠乏によって、茎の上部は枯死するものもみられた。加里欠乏の状態で生育初期を経過したものを、生育後期に加里添加処理すると3~4日後に生育を回復するきざしがみられ、その後次第に生育を回復する。加里を添加する時期の早いものほど収穫時の生育量は外観的に完全区と大差ない

までに回復した、添加処理の遅れたものは充分回復させることは出来なかった。

すなわち、馬鈴薯の全生育期間を通じて加里は常に必要であり、供給を絶つと直ちに加里欠症状を発現することを認めた。

2. 加里欠除の時期が塊茎の形成肥大に及ぼす影響

馬鈴薯の生育については第25表にしめた。

加里欠除、又は加里添加の時期が、塊茎の着生数に及ぼす影響は春作と秋作の場合で異なる(第26表、第12図)。春作においては加里欠除あるいは加里添加の時期にはあまり関係なく、加里を添加する期間の長短が塊茎の着生数を決定し、加里の供給期間の長いものほど塊茎の着生は多い傾向が認められる。

このことは春作の気象条件下では、加里が供給されていると、塊茎の形成や塊茎の肥大は支障なく行なわれ、塊茎を形成する時期に一定の期間はないものようである。一方秋作の場合には、塊茎数は生育初期に供給される加里によって決定される。すなわち完全区の塊茎の着生数が最も高いが、生育中に加里を欠除すると、塊茎形成期以後の欠除および塊茎肥大最盛期以後の欠除の場合でも、塊茎の着生数は完全区と大差なく比較的が多いが、全期間加里を欠除すると塊茎着生数は少なく、又塊茎形成期以後の添加および塊茎肥大最盛期以後に添加しても塊茎着生数は少なく、後期に加里を添加したのでは塊茎数は増加しない。このこと

第 25 表 加里の供給時期の差異と生育との関係 (株当)

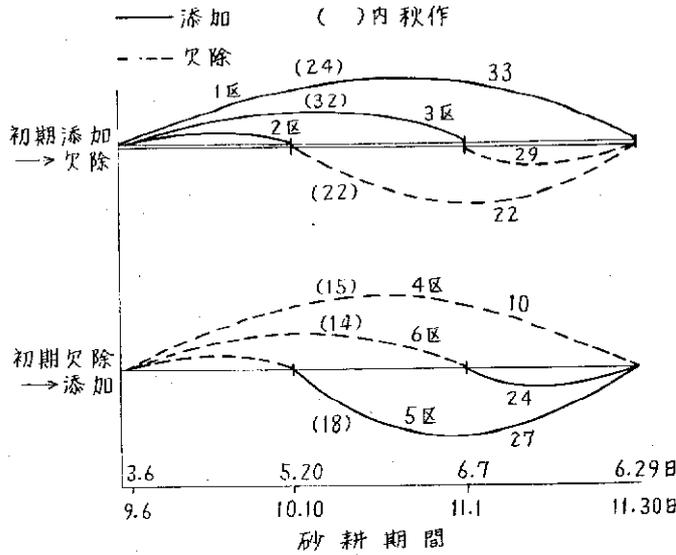
区 別	項 目	茎 長	茎 重	葉 重	根 重	塊 茎	塊 茎 比	同 個 数	同 1 個 当 重
		cm	g	g	g	g	%		
1	S	26.4	20.6 ^g	59.9 ^g	13.1 ^g	184.1 ^g	100	6.6	27.9 ^g
	A	27.2	15.4	62.6	12.6	255.7	100	4.8	53.3
2	S	22.8	13.6	18.5	10.5	99.3	54	4.2	23.6
	A	24.0	4.1	4.7	7.0	124.7	49	4.5	27.7
3	S	23.9	16.7	41.3	13.6	153.8	84	5.8	26.5
	A	23.7	14.0	40.1	10.1	215.0	81	6.4	33.6
4	S	23.3	13.0	18.5	9.4	39.4	21	2.0	19.7
	A	17.6	5.5	3.8	7.9	67.0	26	3.0	22.3
5	S	23.8	17.7	66.3	15.8	153.2	83	5.4	28.4
	A	25.7	12.8	62.4	8.2	204.3	80	3.6	56.8
6	S	31.2	22.8	46.3	13.1	91.0	49	4.8	19.0
	A	19.3	6.9	7.6	5.1	66.9	26	2.8	23.9

S : 春作 A : 秋作

第 26 表 加里の供給時期の差異と塊茎の大小別分布

区 別	項 目	塊 茎 の 大 小 別 指 数 (%)					
		100g 以上	80g 以上	60g 以上	40g 以上	20g 以上	20g 未 満
1	S	29	4	8	8	8	43
	A	6	6	3	10	21	54
2	S		4		18	32	50
	A				23	32	41
3	S		3		31	10	56
	A	13	3	6	9	16	53
4	S				20	30	50
	A				27	20	53
5	S			8	30	22	40
	A	22	11	11	6	22	28
6	S			4	14	36	50
	A				13	17	66

S : 春作 A : 秋作



第12図 処理別塊茎着生数 (5株当)

は加里の供給時期と気温、日長などの気象条件、ことに気温が塊茎の形成に関与していることを示すものであろう。第1回処理である塊茎形成期頃の平均気温は春秋作ともに19°C内外であった。又、第2回処理である塊茎肥大期頃の平均気温は春作で20°C内外、秋作で15°Cくらいであった。加里を供給することによって、春作のように20°C以上の比較的向高温下であれば塊茎の形成と肥大が並行して正常に行なわれるが、秋作のように15°C以下の比較的向低温となる場合には塊茎の形成は行なわれないで、むしろ肥大が行なわれる傾向が窺われる。このことは馬鈴薯の生育適温と考えられている10~23°Cの範囲の内でも20~15°Cの気温下で、塊茎の肥大、炭水化物の同化蓄積は正常に営まれるが、15°C以下では塊茎数は増加しないものようである。

塊茎の肥大に及ぼす加里の影響は塊茎の着生数とは関係なく春秋作とも加里の供給期間が長い、又は短いによって影響される。すなわち供給期間が長い場合は短い場合より塊茎の重量は重い。したがって塊茎

第27表 加里の供給時期の差異と養分含有率 (%)

項目 試験区別	部位	春 作					秋 作				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1	根茎	—	0.72	1.53	0.53	1.43	1.60	0.58	1.52	0.88	1.83
	葉	3.21	0.68	3.94	2.23	1.92	2.89	0.65	3.09	2.62	1.89
	塊茎	1.87	0.81	3.13	0.06	0.13	1.85	0.80	3.17	0.05	0.57
2	根茎	1.73	0.94	0.64	0.66	1.50	1.55	0.35	0.21	0.56	0.34
	葉	3.86	1.11	0.71	2.08	2.31	3.48	1.34	0.14	2.62	2.04
	塊茎	2.52	0.92	2.14	0.05	0.10	2.25	0.78	1.92	0.06	0.11
3	根茎	1.63	0.76	0.61	0.75	1.43	1.80	0.56	0.27	0.49	0.40
	葉	3.29	0.84	1.75	2.23	2.49	4.49	1.53	0.16	2.06	1.92
	塊茎	2.00	0.87	2.74	0.05	0.11	2.64	0.90	1.92	0.06	0.12
4	根茎	2.18	1.27	1.49	0.68	1.63	1.65	0.62	0.68	0.91	1.50
	葉	4.90	1.29	0.47	1.52	1.62	2.39	0.71	1.22	2.54	3.08
	塊茎	2.62	0.72	1.82	0.07	0.12	2.09	0.78	2.70	0.06	0.13
5	根茎	1.61	0.70	—	0.71	1.56	1.84	0.61	0.89	0.49	0.54
	葉	3.06	0.68	3.63	2.11	2.14	4.13	1.36	1.26	2.50	2.88
	塊茎	1.78	0.87	2.17	0.06	0.11	2.63	0.92	2.17	0.05	0.13
6	根茎	1.54	0.89	1.95	0.74	1.71	1.84	0.68	1.38	0.80	1.55
	葉	3.88	0.84	2.07	1.76	1.90	3.06	0.67	3.13	2.18	2.06
	塊茎	1.43	0.84	2.87	0.05	0.08	1.82	0.79	3.06	0.06	0.14

第28表 加里の供給時期の差異と風乾物重並びに養分吸収量 (株当)

項目 區別	風乾物収量 (g)				養分吸収量 (g)					K ₂ O/N	塊茎重 /K ₂ O	
	根	莖	葉	計	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO			
1	S	4.9	9.9	30.0	44.8	0.879	0.346	1.404	0.265	0.299	1.59	21.3
	A	2.5	8.2	44.5	55.2	1.100	0.424	1.702	0.259	0.454	1.54	26.1
	平均	3.7	9.1	37.3	50.0	0.989	0.385	1.553	0.262	0.377	1.57	23.7
2	S	3.1	6.0	12.2	21.5	0.598	0.210	0.338	0.151	0.198	0.57	36.7
	A	1.5	4.4	22.5	28.4	0.682	0.240	0.328	0.137	0.120	0.48	68.5
	平均	2.3	5.2	17.5	25.0	0.640	0.225	0.333	0.144	0.159	0.53	52.6
3	S	4.6	8.5	23.5	36.6	0.825	0.311	0.821	0.236	0.303	0.99	28.6
	A	2.0	7.0	38.4	47.4	1.364	0.464	0.754	0.177	0.188	0.55	50.9
	平均	3.3	7.7	31.0	42.0	1.095	0.388	0.788	0.207	0.246	0.77	39.8
4	S	2.8	5.7	5.2	13.7	0.477	0.147	0.163	0.109	0.144	0.34	31.9
	A	1.6	2.3	1.0	4.9	0.102	0.034	0.065	0.074	0.096	0.63	15.3
	平均	2.1	4.0	8.1	14.2	0.290	0.095	0.114	0.092	0.120	0.48	23.6
5	S	4.6	10.1	25.0	39.7	0.828	0.318	0.931	0.261	0.315	1.12	26.8
	A	2.3	7.4	34.6	44.3	1.258	0.433	0.864	0.214	0.271	0.68	40.0
	平均	3.5	8.8	29.8	42.0	1.043	0.376	0.898	0.238	0.293	0.90	33.4
6	S	4.7	8.3	15.0	28.0	0.609	0.238	0.694	0.188	0.250	1.13	21.6
	A	1.5	2.4	11.2	15.1	0.305	0.114	0.439	0.071	0.088	1.43	25.5
	平均	3.1	5.4	13.1	21.6	0.457	0.176	0.567	0.130	0.169	1.28	23.6

S：春作 A：秋作

重は春作では1塊茎の肥大とともに塊茎数の増加として現われ、秋作では塊茎数の増加よりもむしろ塊茎の肥大として現われる。

3. 加里の供給期間の差異が養分吸収に及ぼす影響

砂耕栽培した馬鈴薯の収穫時における養分含有率及び吸収量は第27表、第28表に示した。

完全区の養分含有率を春作と秋作について比較すると、窒素、燐酸、加里共に春作がやや高い傾向がみられるが、塊茎では大差が認められない。養分吸収量についてみると秋作の吸収量が一般に高いようである。吸収された養分のK/N比は秋作では春作よりもやや低く、窒素に対して加里の吸収は秋作の場合春作よりも比較的低いことが認められ、既述した傾向と一致した。

次に加里の供給時期を異にした場合の作物体に吸収される加里含有率の変化は生育の初期から欠除したもののより生育半ばから欠除したものが著しく低下し、葉では欠除区又は塊茎形成期以後欠除のものより低下が著しい。これは生育中途から加里を欠除することによって、加里欠乏を発現し生理的なアンバランスとなる程度が、生育初期から欠除させたものよりも著しく、葉や茎の一部を枯死したことによるものであろう。又、初期から欠除したものに添加処理を行なったものは、加里の添加により加里濃度は増加したが、生育初期から全期間添加した完全区には及ばなかった。

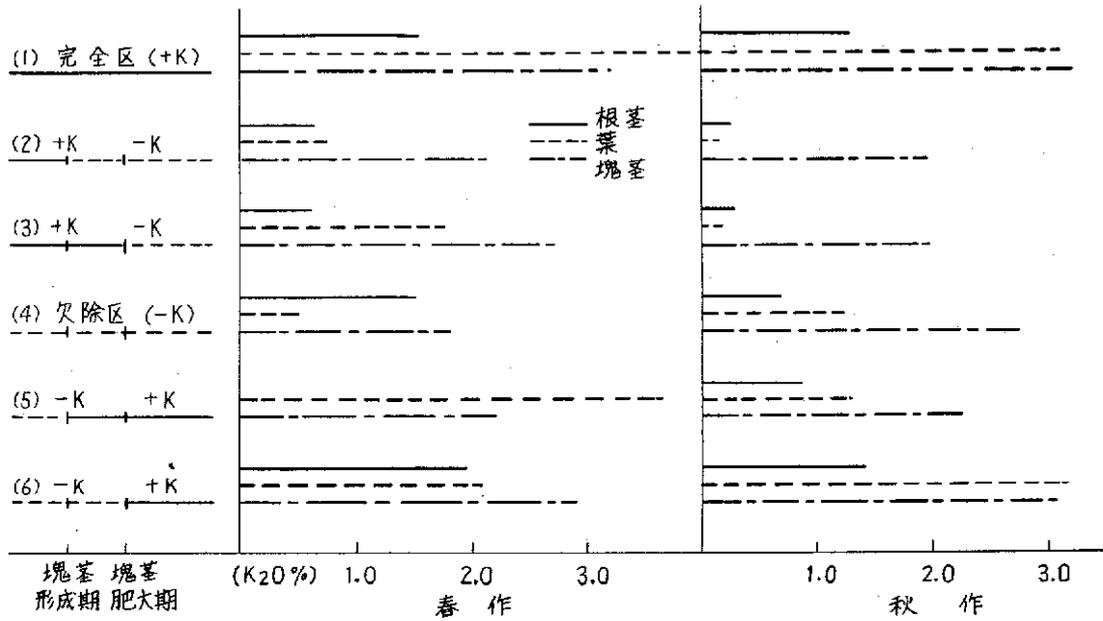
加里の吸収量は欠除処理の時期が早いほど低く、又添加処理の時期が早いほど高く、加里の供給期間の長いほど吸収量は高い。窒素と加里の吸収比率の比較では欠除区及び加里添加(6)を除いてはいずれも秋作が春作より低く、秋作は春作よりも窒素に対して加里の吸収量が低いことが確認された。

4. 吸収した加里が塊茎の生産量に及ぼす影響

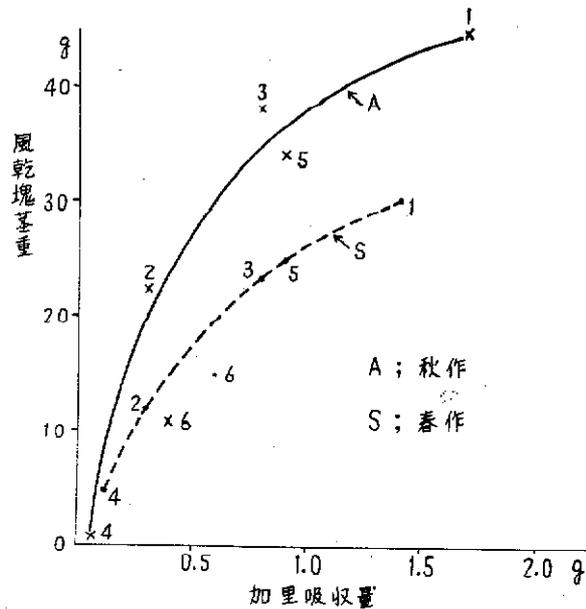
馬鈴薯に吸収された加里の総量に対して塊茎の生産量がどのように変わっているかを知ることにより、施肥時期別加里の生産能力を知ることが出来ると考え、吸収された加里の総量に対する風乾塊茎重の比較を算出した。

これらの関係は第14図および第28表中の塊茎重/Kでしめた。

第14図についてみると、加里の供給期間の長い(1)、(3)、(5)区の塊茎生産量が高く、加里の吸収量も高い。加里の吸収量と生産量との間に密接な正の相関関係が認められる。又これを塊茎重/K₂O比(第28表)で見ると、加里の添加時期の早いもの(2、3区)が加里の吸収量に対する塊茎生産量の割合は高く、ことに秋作の場合にこの傾向は著しい。この事実は秋作は加里の吸収量が低いにもかかわらず乾物生産量の高いこと



第13図 加里の供給時期の差異と加里含有率 (%)



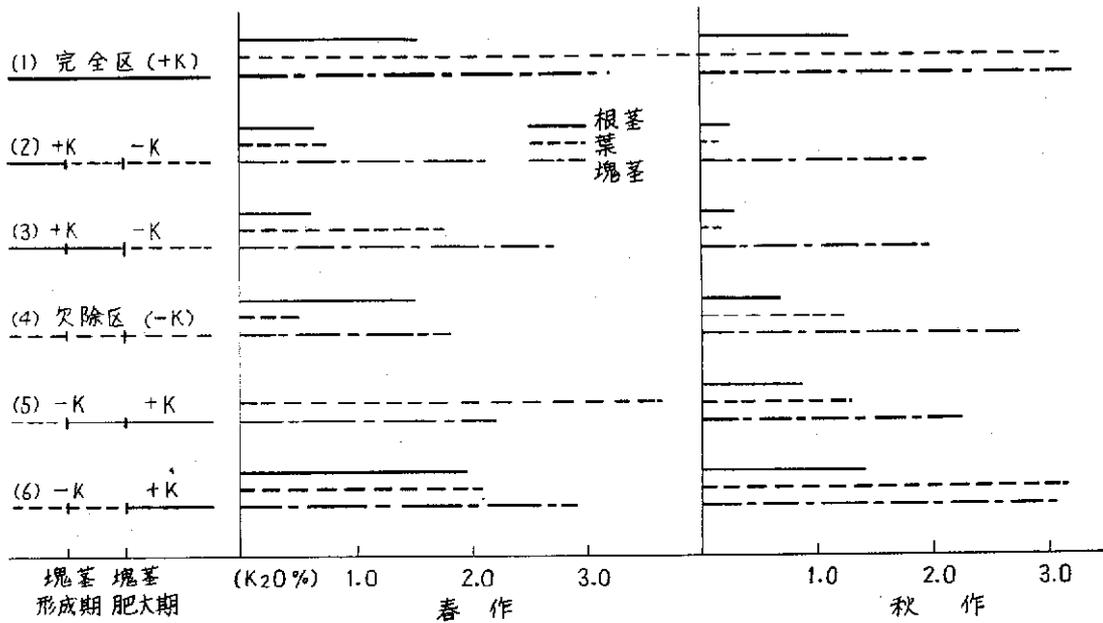
第14図 加里の吸収量と風乾塊茎重との関係

からして、加里の炭水化物同化生産能率は春作よりも高いことを示すものである。

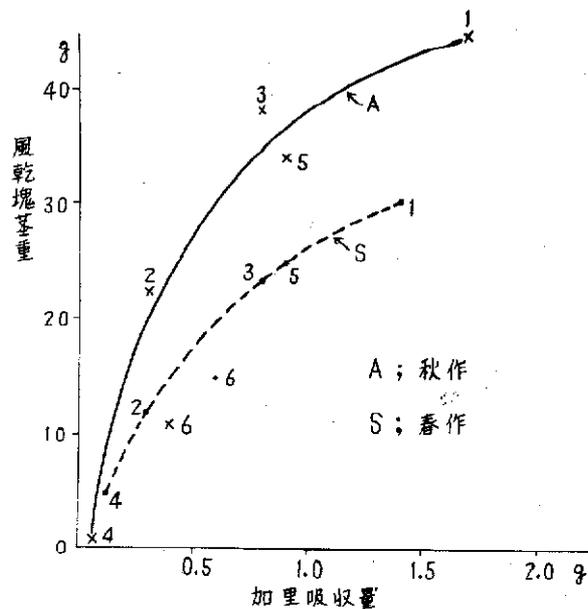
以上の結果からみて、加里は生育の初期に施すのが馬鈴薯の生産をあげる上に重要であると思われる。

V. 総合考察

馬鈴薯の生育温度は普通 10~23°C の範囲が適温であるとうことは多くの研究者によって認められている。又馬鈴薯の生育期間中春と秋の気温、日長など全く反対の気象環境のもとでは馬鈴薯の生育相並びに同化作用にも異なる反応をしめす。杉らは日長および気温と塊茎の分化について試験し、短日は長日より、又低温は高温より塊茎の分化を促進する傾向のあることを報告し⁽³⁾、大田らは秋馬鈴薯について、10月中旬から11月上旬の 17~18°C 内外の気温状態になると塊茎の肥大が急に始まることを認め、地上部が健全に生育さえしていれば低温短日下の方が同化生成物の移行蓄積が盛んに行なわれると述べている⁽⁶⁾、筆者らの観察



第13図 加里の供給時期の差異と加里含有率 (%)



第14図 加里の吸収量と風乾塊茎重との関係

からして、加里の炭水化物同化生産能率は春作よりも高いことを示すものである。

以上の結果からみて、加里は生育の初期に施すのが馬鈴薯の生産をあげる上に重要であると思われる。

V. 総合考察

馬鈴薯の生育温度は普通 10~23°C の範囲が適温であることは多くの研究者によって認められている。又馬鈴薯の生育期間中春と秋の気温、日長など全く反対の気象環境のもとでは馬鈴薯の生育相並びに同化作用にも異なる反応をしめす。杉らは日長および気温と塊茎の分化について試験し、短日は長日より、又低温は高温より塊茎の分化を促進する傾向のあることを報告し⁽⁸⁾、大田らは秋馬鈴薯について、10月中旬から11月上旬の 17~18°C 内外の気温状態になると塊茎の肥大が急に始まることを認め、地上部が健全に生育さえしていれば低温短日下の方が同化生成物の移行蓄積が盛んに行なわれると述べている⁽⁹⁾。筆者らの観察

もこれらの成績と大体一致した。春作の塊茎の肥大が著しい時期の気温は18°Cから22°Cまでの気温の上昇する期間であり、秋作では18°Cから12°Cに気温の下降する期間で、気温の範囲は春作と秋作とで少しく異なった。馬鈴薯の春作と秋作の生育相の差異から当然養分吸収経過にも差異のあることが予想出来るので筆者らは瀬戸内の花崗岩土壌に栽培した馬鈴薯の体内養分の消長を春作と秋作について比較した。窒素含量については秋作が春作にくらべ高く、磷酸は反対に秋作より春作の含量が高い。又塊茎より茎葉中の含量の差異が顕著であり春と秋では、養分吸収の経過が異なることを認めた⁽⁸⁾。又馬鈴薯の茎葉中の加里含量と塊茎形成との間には重要な関連のあることを観察した。すなわち加里の含量が葉で7.5%、茎で10.0%までは同化物質を自体の構成に利用されるが、それ以上に高まると同化物質は地下部に移行し、塊茎に蓄積されるようになる。この事実は作物体中で同化物質の移行貯蔵の機能が始まる 時期的な分岐点として重要である。又茎葉中の加里含量の増加は塊茎形成、肥大の先駆的な現象と見做すことができる。同化作用が正常に行なわれるためには茎葉中の窒素と加里濃度が馬鈴薯に対して適當の比率を保持することが必要であるとされており、出川らは窒素、加里の組合せが欠乏、過剰に偏することは塊茎に移行する澱粉量を減少させ、その移行時期に遅速を生ぜしめ、又塊茎に移行する澱粉量が少ないに拘らず塊茎数を増加するので塊茎内蓄積澱粉の減少をきたす原因となることを明らかにしたが⁽⁹⁾、本試験では塊茎形成期における茎葉中の K_2O/N 比は葉において1.5、茎で3.0~3.5程度であり、塊茎形成期以後の K_2O/N 比は秋作は春作にくらべて低い値をしめし、ことに茎でのそれが顕著であった。

これは秋作における馬鈴薯の窒素の吸収量が春作よりも高いことによるものであり、秋作では窒素の必要量が加里にくらべて比較的が高いことを示すものとして注目される。

瀬戸内海地域の花崗岩畑土壌の馬鈴薯に対する地力指数は無肥料37.7、無窒素41.8、無磷酸107.0、無加里74.3、無石灰76.8となっており、窒素の天然供給量が最も低く、ついで加里、石灰の順で磷酸の天然供給量は極めて高い。これを全国平均の地力指数の無肥料48、無窒素61、無磷酸72、無加里84と比較すれば窒素と加里は全国平均より低く、磷酸は極めて高い地力をしめしている。

花崗岩を母材とする土壌は易分散性の珪酸質膠質からなり⁽¹⁰⁾、浸蝕作用を受けることが強く、粘土膠質の流亡は土壌を極めて粗粒な性質にする。これに加えて土壌有機物が乏しいことなどが、土壌の塩基置換容量を低くしており、このことが土壌の窒素と加里、石灰の地力を低位にしている原因と考えられる。磷酸については、他の馬鈴薯作地帯の畑土壌が、多く火山灰土壌からなる礫土質土壌に分布し、活性アルミニウムが磷酸を不可給態とするのに対して、花崗岩土壌では磷酸が固定されることが少ない。又、主として磷酸石灰で固定された磷酸は作物根によって比較的容易に有効化するため地力は高いものと思われる。

秋馬鈴薯に対する施肥基準量を川上は10a当り窒素19kg、磷酸11kg、加里15kg程度が必要であるとした⁽¹¹⁾。又宮崎県や岡山県など暖地における秋馬鈴薯の施肥量は、宮崎県では10a当り窒素17.6kg、磷酸11.8kg、加里21.8kgを基準とし、岡山県では窒素24.4kg、磷酸11.8kg、加里18.2kgを基準としており、いずれも多量の施肥を必要としている⁽¹²⁾。本試験の結果によると瀬戸内海花崗岩土壌で、馬鈴薯の収量を10a当り2300~2800kgとすると、その施肥適量は10a当り、窒素15.0kg、磷酸4.5kg、加里13.0kg程度であると考えられる。

4要素試験結果から、馬鈴薯の100kgを生産するに要する3要素量を算出すると、窒素：0.452kg、磷酸：0.169kg、加里：0.629kgを必要とすることになる。したがって収量目標を10a当り2,800kg以上における場合は、上記施肥適量に増収量分に必要な養分量を増施することが必要である。

例えば、馬鈴薯収量を10a当り3,200kgとする場合

$$3,200\text{kg} - 2,800\text{kg} = 400\text{kg}$$

400kgを生産するための吸収養分量

$$\text{窒素 (硫酸アンモニヤ)} \quad 400 \times 0.452\text{kg}/100 = 1.81\text{kg}$$

$$\text{加里 (硫酸加里)} \quad 400 \times 0.629\text{kg}/100 = 2.52\text{kg}$$

窒素および加里の肥料吸収率を考えると

$$\text{窒素} : 1.81\text{kg}/0.575 = 3.15\text{kg}$$

$$\text{加里} : 2.52\text{kg}/0.552 = 4.57\text{kg}$$

すなわち、窒素は、 $15.0\text{kg} + 3.15\text{kg} = 18.15\text{kg}$ 加里は、 $13.0\text{kg} + 4.57\text{kg} = 17.57\text{kg}$ となる。

したがって、収量目標を3,000kg以上とする生産力の高い畑地を考慮すれば、窒素は15~18kg、磷酸4~7kg、加里は13~18kgの巾をもった基準量を設定するのが適當であろう。

畑作物の施肥量の決定にあたっては、前作の作付作物の養分吸収、あるいは施肥量の後作に及ぼす影響を考慮しなければならない。前作にそ菜あるいは煙草など多肥栽培の行なわれる作物を栽培した作付後地では、養分の残存量が多いことを各地で明らかにされているので、馬鈴薯の栽培には、窒素質肥料は10%程度を基準量より減ずる必要があるものと思われる。長崎県における秋作馬鈴薯の慣行施肥量の実態調査によると、施肥量は10a当り、窒素10.5~17.5kg、磷酸7.0~10.5kg、加里10.5~14.0kgの施用事例が多く、この施肥量で高い収量をあげているといわれている⁽¹⁸⁾。広島県の慣行施肥量では10a当り窒素15~16kg、磷酸8~11kg、加里12~15kg程度のものが多く10a当り2,000~2,800kgの収量をあげている。多肥の事例では、10a当り窒素24~26kg、磷酸12~15kg、加里19~22kgのものもあり10a当り3,000kg以上の収量をあげている。本試験の結果は磷酸を除いては大体長崎県および広島県の標準事例に類似する。

窒素及び加里は最も欠乏し易い養分であり、これらの養分を合理的に施用する方法を確立する必要がある。畑状態の土壤に窒素を施用すれば、窒素は容易に硝酸に化成して流亡し易い形態となる。したがって窒素の流亡を阻止するため分施肥方法について試験した。元肥と追肥の割合は2/3元肥、1/3追肥の場合に収量は最も高く有効であった。又追肥の時期、回数については春作と秋作で若干異なる傾向が認められた。春作では元肥と萌芽揃期の1回追肥が最も適当であり、秋作では追肥1/3量の施用時期が問題となった。これは春作の場合は、萌芽までに長い期間を必要とし、元肥と追肥の時期の間に45日の期間をおいており、又生育初期未だ低温であるが、地上萌芽までには相当根群の発達が進められ、比較的良好な根系の分布をみるなどから萌芽揃期の追肥は適当であると思われる。秋作の場合は萌芽までの期間が短く、元肥と萌芽揃期の追肥時期との間は約20日間で春作より短期間である。したがって、一度に多量の追肥をすると土壤中の肥料濃度が必要以上に高まることが予想され、初期の生育に影響するだけでなく、9月に来襲する台風期の降雨によって、窒素質肥料が流亡し易い状態におかれることも考えられる。さらに秋作では春作にくらべて、多量に窒素を吸収する⁽⁸⁾ので分施肥によって肥料の流亡を阻止し、吸収量を高めるように考慮すべきである。追肥時期は萌芽揃期から塊茎形成期までの期間1~2回に分けて追肥するのがよいと考える。

加里の施用時期については砂耕試験を行なって加里の供給と塊茎の形成肥大に及ぼす影響を明らかにした。馬鈴薯は養分中加里を最も多量に吸収し、加里は馬鈴薯の生育並びに同化作用に重要な役割を果していることは既に記したが、生育期間中常に必要であり、欠除すると約1週間後に明らかな加里欠乏症状を発現する。岡山県、宮崎県においては加里を追肥とした施肥基準量が設定されている⁽¹²⁾が、それらの地方では瀬戸内海花崗岩土壤の加里施用基準量よりも相当多くを必要としており、加里の追肥は元肥の塩類濃度を低下させるための措置として必要となるものであろう。瀬戸内海畑地帯は著しく加里の欠乏が発現する地方であって、加里は元肥に充分施用し、馬鈴薯の生育初期に吸収させる必要があると思われる。砂耕試験の結果でも、吸収された加里に対する塊茎の生産能率は生育初期が高く、後期ほどその能率は低下していることからみても、元肥に施用することが適当と考える。

磷酸肥料の施肥効果は殆んど認められなかった。したがって本地域では馬鈴薯の吸収量程度を施用するにどめ他の地域の基準量より相当減量して差支えないものとする。又磷酸肥料の施用にあたっては遊離の酸を含有するものより、熔性燐肥などの施用により、元肥の塩類濃度を低く保つことが馬鈴薯に対する施肥技術の一つとして重要と思われる。

以上の結果を総括すると馬鈴薯の肥培にあたって瀬戸内海の花崗岩畑土壤では磷酸の天然供給量が豊富であり、馬鈴薯が吸収する程度の施肥量で足りると考えられるが窒素、加里、石灰の天然供給量は低く特に窒素が低いことを考えて施肥量を決定することは馬鈴薯の生産をあげる上に最も重要なことであろう。

また春秋の作型は環境の相異により生育相に影響し、養分吸収にも差異を生ずる。従って春作と秋作では肥培管理も自ら異なるべきである。

これらの点を考慮し、馬鈴薯の栽培にあたっては先ず石灰を施用耕起し、しかる後窒素の大半と加里、磷酸を元肥として施し初期生育を促す、又窒素の一部は春作では萌芽揃期、秋作では萌芽揃から塊茎形成期までに分施肥することが施肥技術の要点であるとする。

VI. 摘 要

この報告は1958年から1961年の間、瀬戸内海花崗岩地帯に栽培される馬鈴薯について、春作と秋作の生育相や養分吸収経過を比較し、又秋作馬鈴薯に対する肥料4要素試験、各要素の適量試験、その他の施肥試験結果を取まとめたものである。

畑作物の施肥量の決定にあたっては、前作の作付作物の養分吸収、あるいは施肥量の後作に及ぼす影響を考慮しなければならない。前作にそ菜あるいは煙草など多肥栽培の行なわれる作物を栽培した作付後地では、養分の残存量が多いことを各地で明らかにされているので、馬鈴薯の栽培には、窒素質肥料は10%程度を基準量より減する必要があるものと思われる。長崎県における秋作馬鈴薯の慣行施肥量の実態調査によると、施肥量は10a当り、窒素10.5~17.5kg、燐酸7.0~10.5kg、加里10.5~14.0kgの施用事例が多く、この施肥量で高い収量をあげているといわれている⁽¹³⁾。広島県の慣行施肥量では10a当り窒素15~16kg、燐酸8~11kg、加里12~15kg程度のもものが多く10a当り2,000~2,800kgの収量をあげている。多肥の事例では、10a当り窒素24~26kg、燐酸12~15kg、加里19~22kgのものもあり10a当り3,000kg以上の収量をあげている。本試験の結果は燐酸を除いては大体長崎県および広島県の標準事例に類似する。

窒素及び加里は最も欠乏し易い養分であり、これらの養分を合理的に施用する方法を確立する必要がある。畑状態の土壤に窒素を施用すれば、窒素は容易に硝酸に化成して流亡し易い形態となる。したがって窒素の流亡を阻止するため分施肥方法について試験した。元肥と追肥の割合は2/3元肥、1/3追肥の場合に収量の増進を阻むため分施肥方法について試験した。元肥と追肥の割合は2/3元肥、1/3追肥の場合に収量は最も高く有効であった。又追肥の時期、回数については春作と秋作で若干異なる傾向が認められた。春作では元肥と萌芽揃期の1回追肥が最も適当であり、秋作では追肥1/3量の施用時期が問題となった。これは春作の場合は、萌芽までに長い期間を必要とし、元肥と追肥の時期の間に45日の期間をおいており、又生育初期未だ低温であるが、地上萌芽までには相当根群の発達が進められ、比較的良好な根系の分布をみることで、萌芽揃期の追肥は適当であると思われる。秋作の場合は萌芽までの期間が短く、元肥と萌芽揃期の追肥時期との間は約20日間で春作より短期間である。したがって、一度に多量の追肥をすると土壤中の肥料濃度が必要以上に高まることが予想され、初期の生育に影響するだけでなく、9月に来襲する台風期の降雨によって、窒素質肥料が流亡し易い状態におかれることも考えられる。さらに秋作では春作にくらべて、多量に窒素を吸収する⁽¹⁴⁾ので分施によって肥料の流亡を阻止し、吸収量を高めるように考慮すべきである。追肥時期は萌芽揃期から塊茎形成期までの期間1~2回に分けて追肥するのがよいと考える。

加里の施用時期については砂耕試験を行なって加里の供給と塊茎の形成肥大に及ぼす影響を明らかにした。馬鈴薯は養分中加里を最も多量に吸収し、加里は馬鈴薯の生育並びに同化作用に重要な役割を果たしていることは既に記したが、生育期間中常に必要であり、欠除すると約1週間後に明らかな加里欠乏症状を発現する。岡山県、宮崎県においては加里を追肥とした施肥基準量が設定されている⁽¹⁵⁾が、それらの地方では瀬戸内海花崗岩土壌の加里施用基準量よりも相当多くを必要としており、加里の追肥は元肥の塩類濃度を低下させるための措置として必要となるものであろう。瀬戸内海畑地帯は著しく加里の欠乏が発現する地方である。加里は元肥に充分施用し、馬鈴薯の生育初期に吸収させる必要があると思われる。砂耕試験の結果でも、吸収された加里に対する塊茎の生産能率は生育初期が高く、後期ほどその能率は低下していることからみても、元肥に施用することが適当と考える。

燐酸肥料の施肥効果は殆んど認められなかった。したがって本地域では馬鈴薯の吸収量程度を施用するに与え、燐酸肥料の施肥効果は殆んど認められなかった。したがって本地域では馬鈴薯の吸収量程度を施用するにとどめ他の地域の基準量より相当減量して差支えないものとする。又燐酸肥料の施用にあたっては遊離の酸を含有するものより、溶性燐肥などの施用により、元肥の塩類濃度を低く保つことが馬鈴薯に対する施肥技術の一つとして重要と思われる。

以上の結果を総括すると馬鈴薯の肥培にあたって瀬戸内海の花崗岩畑土壌では燐酸の天然供給量が豊富であり、馬鈴薯が吸収する程度の施肥量で足りると考えられるが窒素、加里、石灰の天然供給量は低く特に窒素が低いことを考えて施肥量を決定することは馬鈴薯の生産をあげる上に最も重要なことであろう。

また春秋の作型は環境の相異により生育相に影響し、養分吸収にも差異を生ずる。従って春作と秋作では肥培管理も自ら異なるべきである。

これらの点を考慮し、馬鈴薯の栽培にあたっては先ず石灰を施用耕起し、しかる後窒素の大半と加里、燐酸を元肥として施し初期生育を促す、又窒素の一部は春作では萌芽揃期、秋作では萌芽揃から塊茎形成期までに分施することが施肥技術の要点であるとする。

VI. 摘 要

この報告は1958年から1961年の間、瀬戸内海花崗岩地帯に栽培される馬鈴薯について、春作と秋作の生育相や養分吸収経過を比較し、又秋作馬鈴薯に対する肥料4要素試験、各要素の適量試験、その他の施肥試験結果を取まとめたものである。

1. 春作および秋作馬鈴薯の生育期間の気温は春作で 10°C ～ 23°C ，秋作で 23°C ～ 10°C の気温範囲であり，塊茎の肥大が行なわれる期間の気温は春作と秋作で異なる。すなわち春作の場合は 18°C から 20°C に気温の上昇する期間であり，秋作の場合は 18°C から 12°C に気温が下降する期間である。しかし塊茎の肥大が初まるまでの積算温度は両者とも約 500°C で一定であった。
2. 組織中の加里濃度は作物の生育時期や春作，秋作によって異なるが，莖葉中の加里濃度が最高に達する時期に塊茎の形成が行なわれる。そのときの加里濃度は葉中で7.5%，莖中で10%以上であった。
3. 馬鈴薯の各部位における $\text{K}_2\text{O}/\text{N}$ 比は塊茎の肥大と関係し，塊茎の肥大が盛んに行なわれる時期に高まり，肥大が緩慢となる後期に再び低下した。ことに莖においての傾向は著しい。
4. 肥料4要素試験の結果から花崗岩土壌の馬鈴薯に対する地力指数は窒素36%，磷酸107%，加里74%，石灰77%であった。しかし加里および石灰の如き塩基類の欠除区は試験年次の経過にともなってその指数を急激に低下し，第4年目に無肥料区のそれに近づいた。
5. おおのこの要素適量試験の結果から花崗岩土壌に対するa当り施肥適量を推定すれば次の通りである。
堆肥112.5kg施用の場合
窒素：1.2kg，磷酸：0.4kg，加里：0.8kg
堆肥を施さない場合
窒素：1.5kg，磷酸：0.45kg，加里：1.3kg
6. 秋馬鈴薯に対する窒素の分施は土壌中の肥料の塩類濃度を低めること，および降雨による流亡を防ぐという理由から，2/3量を元肥に，残りの1/3量を萌芽期から塊茎形成期にかけて1～2回追肥することが望ましい。
7. 加里的供給時期の差異が塊茎の形成並びに肥大に及ぼす影響は春作と秋作で異なった。すなわち加里的供給は生育全期間を通じて不可欠な事項であったが，春作では加里的供給は塊茎の形成とその肥大に役立ち，秋作では，後期の加里添加は塊茎の形成には比較的影響がすくなく，主として塊茎の肥大に役立つことが認められた。
8. 又施肥上参考となる，肥料の吸収率，馬鈴薯100kgを生産するに要する要素量を算出した。

参 考 文 献

- (1) 広島県統計年鑑 1954 広島県統計協会編
広島農林水産統計年報 1960 農林省広島統計調査事務所編
- (2) 杉 顕夫・安藤隆夫：馬鈴薯の塊茎肥大に及ぼす気温並びに地温の影響 日作紀 22 123—124
- (3) 吉崎徹磨・相沢 博・山田 亀：春秋作馬鈴薯に於ける体内養分の消長 中国農業研究 16号 35—37 昭34
- (4) 栗原 浩・鈴木次男：馬鈴薯の生育相に関する研究 日作紀 29 362—364 1961
- (5) 馬場 尅・高橋保夫・岩田岩保：水稻の胡麻葉枯病罹病に関する栄養生理的研究 日作紀 21 3—4
- (6) 岡田正行・大森 武・山田 亀：瀬戸内海花崗岩土壌における畑作付様式と養分吸収量について 土肥学会関西支部講演 昭38
- (7) 岩田正利・田中 宏・森田 勇：窒素供給期間の差異がパレイシヨの生育収量品質に及ぼす影響 園芸学会誌 28—1 昭34
- (8) 太田勝美・宮脇弘三：秋馬鈴薯の生育相追跡に関する調査 農園 33 2 378—380 1958
- (9) 田川 隆：酒井隆太郎：馬鈴薯の生理形態学的研究 第14報 日作紀 22 116—116 1953
- (10) 塩入松三郎：畑土壌について 土壌肥料研究通信 No. 292 昭34
- (11) 川上幸治郎：秋馬鈴薯の栽培法 農園 32 1178 1957
- (12) 宮本健太郎：田における秋作馬鈴薯の栽培 日本種馬鈴薯協会 1960
- (13) 長崎県農試愛野試験地 長崎県における秋作馬鈴薯の栽培慣行実態について 昭30
- (14) 菅原友太：馬鈴薯塊茎の生産量形状及び炭水化物の蓄積に及ぼす加里的影響 土肥誌 13 1 829—839 昭14

Studies on the Cultivation for Potato Plant in Warm Region.
On the Fertilization for Potato Plant Cultured in Granitic
Field of Island in the Inland Sea in Autumn.

Tetsma YOSHIZAKI, Masayuki OKADA, Hiroshi AIZAWA,
Hisashi YAMADA and Kazuyuki NAKAGAWA

Summary

In order to know some fundamental informations for potato cultivation, this study was made under field condition with granitic soils in Innoshima in the Inland Sea and by the method of sand culture for 4 years since 1958. This paper is concerned with the growth process of potato plant, the process of absorption of nutrients by potato plant in spring and autumn cropping and fertilizer tests to determine the optimum amount of nutrient elements for potato plant cultured in autumn.

The results obtained are summarized as follows.

1. Growth response of potato plant to air temperatures during its whole growing period was observed in each season, spring and autumn. The air temperature at which potato plant grew was 10-23°C in spring and 23-10°C in autumn. In the tuber enlargement period, however, there could be observed a slight difference in the growing temperature of potato plant between both croppings.

In the case of spring cropping, the plant grew at 18-20°C and in the case of autumn cropping it grew at 18-12°C.

The effective temperature was more or less constant and about 500°C in both croppings until a tuber began to enlarge.

2. The content of potassium in various tissues varied with the growth stage and cropping season. When the content of potassium in each leaf and stem of potato plant became largest the formation of tuber began and it was above 7.5% in leaf and above 10% in stem at that time.

3. It was shown that the ratio of potassium to nitrogen in every part of potato plant had an intimate relationship with the enlargement of tuber. That is, the ratio was higher when tubers enlarge vigorously and lower at the latter time when the potato plant was slow in tuberization. Such tendency was observed remarkably in stem.

4. The index of soil fertility for potato plant are shown by the percentage of yield in each deficiency plot to that of full elements, and there are 36% in nitrogen, 107% in phosphorus, 74% in potassium and 77% in calcium respectively, on averages resulted for 4 years. However, in the deficiency plot of base such as potassium and calcium, it fell down remarkably with experimental years and approached to it of the plot of non-fertilizers.

5. The fertilizer test to determine the optimum amount of four nutrient elements for potato plant were studies on granitic soil. The optimum amounts per are as follows.

In the case of supplying composts of 112.5kg

Nitrogen (as N) 1.2kg, Phosphorus (as P_2O_5) 0.4kg, Potassium (as K_2O) 0.8kg

In the case of not supplying composts

Nitrogen 1.5kg, Phosphorus 0.45kg, Potassium 1.3kg

6. It is well known that separate applying of nitrogen for potato plant in autumn dilutes the concentration of salts in fertilizers in soils and keeps away its leaching by rain water. Because of above mentioned reason two third of total nitrogen must be supplied as basic dressing and the rest must be supplied separately as top dressing at the sprouting period and the tuber formation period.

7. There was a close relationship between the time of potassium application and the formation and enlargement of tuber.

In spring cropping potassium application promoted the formation and enlargement of tuber.

In autumn cropping, however, the same treatment at the latter time seemed to be a little effect for the formation of tuber and remarkable effect for the enlargement of tuber.

附表1 4要素試験収量成績(無堆肥区)

試験処理	試 年	驗 次	茎菜重 kg	塊 茎 重 kg/a 当り					塊 茎 数				
				100g 以上	60g 以上	20g 以上	20g 未滿	計	100g 以上	60g 以上	20g 以上	20g 未滿	計
4要素	1958		91.5	88.0	79.5	46.4	10.3	224.2	670	1,030	1,145	1,340	4,185
	59		42.4	53.1	80.0	28.0	6.2	167.3	440	1,015	665	1,290	3,410
	60		25.4	25.2	79.6	51.7	7.1	163.6	205	1,110	1,340	1,010	3,665
	61		77.7	40.8	59.1	23.7	9.6	133.2	541	725	643	—	—
	平均		59.3	51.8	74.6	37.5	7.3	171.2	464	970	948	1,213	3,595
O	58		30.5	5.3	51.1	63.7	5.5	125.6	45	710	1,405	905	3,065
	59		5.9	0.8	7.3	36.7	5.6	50.4	5	110	1,045	630	1,790
	60		5.1	0.0	1.6	32.7	12.8	47.1	0	20	1,025	985	2,030
	61		11.0	0.7	6.1	22.9	5.3	35.0	5	87	688	—	—
	平均		13.1	1.7	16.5	39.0	7.3	64.5	14	232	1,041	630	1,917
-N	58		33.9	17.1	53.5	47.4	6.5	124.5	140	725	1,205	750	2,820
	59		12.4	9.6	17.8	29.5	2.5	59.4	130	315	860	370	1,675
	60		13.6	0.0	4.1	45.4	7.6	57.1	0	60	137	840	1,037
	61		18.3	4.8	15.8	21.3	3.7	45.6	40	388	583	—	—
	平均		19.6	7.9	22.8	35.9	5.1	71.7	78	372	696	653	1,799
-P	58		80.8	70.0	99.6	48.0	6.0	223.6	570	1,275	1,195	995	4,035
	59		48.3	64.7	70.3	28.6	6.3	169.9	525	895	695	1,395	3,510
	60		27.0	21.8	66.7	64.1	6.8	159.4	185	885	1,490	965	3,525
	61		80.3	87.1	54.1	28.7	9.1	153.0	689	731	730	—	—
	平均		59.1	60.9	72.7	42.4	7.1	183.1	492	947	1,028	1,118	3,585
-K	58		73.9	76.7	98.7	41.9	4.4	221.7	610	1,265	1,020	1,060	3,955
	59		23.9	6.9	44.9	65.5	6.7	124.0	60	640	1,665	1,165	3,530
	60		9.0	0.6	5.8	72.4	10.2	89.0	5	80	2,125	1,025	3,235
	61		18.2	0.0	7.5	55.3	11.6	74.4	0	107	1,653	—	—
	平均		31.3	21.1	39.2	58.8	8.2	127.3	168	523	1,616	1,083	3,390
-Ca	58		85.4	87.2	93.2	38.3	8.1	226.8	670	1,160	980	1,210	4,020
	59		43.8	46.4	78.2	23.9	7.7	156.2	365	1,005	585	1,300	3,255
	60		16.6	3.1	34.4	46.8	9.7	94.0	25	455	1,125	1,195	2,800
	61		31.4	1.1	22.1	19.8	5.5	48.5	10	302	614	—	—
	平均		44.3	34.5	57.0	32.2	7.8	131.5	268	731	826	926	2,751

附表2 4要素試験収量成績(堆肥区)

試験処理	試験年次	茎葉重 kg	塊茎重 kg/a 当り					塊茎数				
			100g 以上	~60g	~20g	20g 未満	計	100g 以上	~60g	~20g	20g 未満	計
4要素	1958	85.1	105.5	98.0	33.5	6.4	243.4	815	1,220	790	920	3,745
	59	67.1	83.7	88.9	26.7	6.5	205.8	670	1,170	625	1,385	3,850
	60	44.3	34.5	85.0	54.4	9.1	183.0	280	1,330	1,310	1,365	4,285
	61	109.3	90.2	72.8	29.6	11.3	203.9	688	946	819	—	—
	平均	76.5	78.5	86.2	36.1	8.3	209.1	613	1,167	886	1,223	3,889
O	'58	31.8	12.6	35.3	49.3	7.4	104.6	110	465	1,295	865	2,735
	59	16.4	5.8	15.7	43.7	6.1	71.3	5	230	1,155	845	2,235
	60	19.9	2.8	8.3	52.0	9.5	72.6	25	130	1,580	945	2,680
	61	23.4	0.8	14.4	27.5	6.4	49.1	7	200	779	—	—
	平均	22.9	5.5	18.4	43.1	7.4	74.4	37	256	1,202	885	2,380
-N	'58	35.3	16.7	47.1	41.1	8.7	113.6	145	635	1,020	825	2,625
	59	19.7	0.0	15.6	49.1	4.7	69.4	0	220	1,310	620	2,150
	60	21.7	4.6	13.9	46.4	5.0	69.9	5	235	1,335	840	2,415
	61	25.7	8.2	23.5	17.5	6.8	56.0	73	335	471	—	—
	平均	25.6	7.4	25.0	38.5	6.3	77.2	56	356	1,034	762	2,208
-P	'58	88.6	107.3	91.8	40.1	6.3	245.5	825	1,145	820	945	3,735
	59	68.9	94.6	79.7	30.1	6.3	210.7	630	1,065	735	1,300	3,730
	60	40.2	41.6	74.0	60.4	6.3	182.3	330	985	1,510	1,050	3,875
	61	114.5	101.4	73.9	32.6	9.3	217.2	751	899	831	—	—
	平均	78.1	86.2	79.9	40.8	7.1	214.0	634	1,024	974	1,088	3,730
-K	'58	78.9	90.0	100.1	38.0	5.5	233.6	685	1,325	950	920	3,880
	59	53.9	63.9	92.6	27.2	5.8	189.5	520	1,185	690	1,280	3,675
	60	28.5	18.3	62.9	79.7	7.1	168.0	150	830	1,905	910	3,795
	61	103.1	58.3	73.9	52.5	7.1	191.8	440	936	1,265	—	—
	平均	66.1	57.6	82.4	49.4	6.4	195.8	449	1,069	1,203	1,037	3,758
-Ca	'58	87.8	109.8	96.3	33.2	6.1	245.4	820	1,225	835	1,090	3,970
	59	56.5	60.8	74.1	31.8	6.7	173.4	480	965	800	1,115	3,360
	60	24.3	12.3	36.8	72.4	12.3	133.8	100	490	1,865	1,380	3,835
	61	72.1	24.5	44.2	30.3	8.2	107.2	194	595	791	—	—
	平均	60.2	51.9	62.9	41.9	8.3	165.0	399	819	1,073	1,195	3,486

附表3 4要素試験収穫物中の成分含有率(無堆肥区)

試験処理	試 験 年 次	風 乾 茎葉重 kg/a 当り	茎葉中の成分含有率 (%)					風 乾 塊茎重 kg/a 当り	塊茎中の成分含有率 (%)				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
4要素	1958	9.52	2.31	0.57	3.74	2.23	0.99	54.5	1.08	0.48	1.76	0.04	0.12
	59	8.30	2.09	0.38	2.63	2.43	0.63	42.0	1.04	0.67	1.78	—	—
	60	7.70	2.02	0.28	2.83	3.20	0.62	46.6	1.64	0.49	1.84	0.06	0.08
	61	10.90	2.40	0.59	2.70	1.92	0.59	36.5	1.38	0.58	1.80	0.05	0.11
	平均	9.11	2.21	0.46	2.98	2.45	0.71	44.9	1.29	0.56	1.80	0.05	0.10
-N	'58	4.00	1.27	0.69	3.12	3.51	0.96	31.3	0.70	0.65	2.15	0.05	0.14
	59	3.50	1.73	0.87	3.42	3.52	0.33	12.9	0.77	0.61	1.72	—	—
	60	2.80	1.84	0.89	4.71	3.65	0.44	16.0	0.80	0.54	2.62	0.06	0.14
	61	3.20	1.86	0.84	3.84	3.68	0.48	12.7	0.91	0.70	2.56	0.05	0.15
	平均	3.38	1.68	0.82	3.77	3.59	0.55	18.2	0.80	0.63	2.26	0.05	0.14
-P	'58	9.05	2.04	0.45	3.08	2.75	1.13	54.8	1.03	0.35	1.77	0.06	0.11
	59	8.40	2.17	0.32	2.63	2.61	0.67	42.1	1.43	0.46	1.81	—	—
	60	8.00	1.81	0.17	2.77	3.34	0.66	43.0	1.68	0.38	1.96	0.07	0.12
	61	12.10	2.48	0.32	2.71	2.67	0.88	44.8	1.50	0.40	1.67	0.05	0.14
	平均	9.36	2.13	0.32	2.80	2.84	0.84	46.2	1.41	0.40	1.80	0.06	0.12
-K	'58	8.50	2.14	0.55	2.96	2.46	1.19	55.4	1.13	0.46	1.53	0.06	0.12
	59	4.20	2.59	0.62	0.38	3.05	1.06	28.8	1.18	0.58	1.31	—	—
	60	2.60	3.39	0.74	0.30	3.12	1.10	22.3	2.03	0.56	1.37	0.06	0.03
	61	9.50	3.94	0.95	0.31	2.52	0.84	18.9	2.30	0.84	1.55	0.05	0.09
	平均	6.20	3.02	0.72	0.99	2.79	1.05	31.4	1.66	0.61	1.44	0.06	0.08
-Ca	'58	9.22	2.31	0.53	4.24	2.62	0.89	56.0	1.00	0.50	1.54	0.05	0.12
	59	7.40	2.62	0.50	3.06	2.27	0.54	39.0	1.70	0.53	1.67	—	—
	60	6.30	2.99	0.43	2.80	2.08	0.38	24.0	1.85	0.49	1.84	0.05	0.05
	61	8.60	3.48	0.90	3.19	1.03	0.16	13.8	1.60	0.64	1.92	0.05	0.09
	平均	7.88	2.85	0.59	3.32	2.00	0.49	33.2	1.54	0.54	1.74	0.05	0.09
O	'58	3.93	1.55	0.66	3.28	4.38	0.63	32.3	0.73	0.68	2.00	0.04	0.13
	59	3.20	1.61	0.83	1.35	2.76	1.01	12.2	1.05	0.60	2.07	—	—
	60	2.60	1.51	0.91	1.70	3.28	1.16	13.2	1.03	0.56	2.33	0.05	0.10
	61	2.80	1.70	0.93	1.07	3.23	1.39	10.4	1.07	0.64	1.86	0.05	0.10
	平均	3.13	1.59	0.83	1.85	3.41	1.05	17.0	0.97	0.62	2.07	0.05	0.11

附表4 4要素試験収穫物中の成分含有率（堆肥区）

試験処理	試年 試験次	風乾 茎葉重 kg/a 当り	茎葉中の成分含有率 (%)					風乾 塊茎重 kg/a 当り	塊茎中の成分含有率 (%)				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
4要素	1958	9.28	2.17	0.42	4.29	2.55	0.61	57.2	1.27	0.50	1.93	0.05	0.14
	59	9.70	2.55	0.41	3.77	2.39	0.44	50.4	1.38	0.56	1.93	—	0.15
	60	9.20	2.18	0.29	4.35	3.79	0.50	44.7	2.00	0.57	2.20	0.08	0.11
	61	17.10	1.79	0.44	2.94	2.48	0.49	57.1	1.67	0.58	2.00	0.05	0.10
	平均	11.32	2.17	0.39	3.84	2.80	0.51	52.4	1.58	0.55	2.02	0.06	0.13
-N	'58	4.48	1.55	0.65	3.97	3.42	0.71	28.7	0.71	0.52	2.16	0.06	0.15
	59	4.40	1.92	0.82	4.27	3.20	0.43	16.7	0.98	0.65	2.43	—	0.14
	60	4.10	2.19	0.70	4.86	3.75	0.49	17.3	0.86	0.56	2.90	0.06	0.13
	61	5.10	2.04	0.79	2.64	2.87	0.49	15.1	1.03	0.76	2.82	0.05	0.12
	平均	4.52	1.93	0.74	3.94	3.31	0.53	19.5	0.90	0.62	2.58	0.06	0.14
-P	'58	9.13	1.83	0.42	4.55	2.32	0.94	57.0	1.15	0.40	1.83	0.04	0.11
	59	10.30	2.28	0.30	4.92	2.70	1.00	51.4	1.28	0.40	1.85	—	0.18
	60	9.40	1.68	0.15	4.53	3.17	0.37	43.8	1.58	0.41	2.36	0.06	0.15
	61	17.00	0.93	0.34	3.67	2.69	0.64	60.4	1.46	0.48	2.13	0.05	0.12
	平均	11.46	1.63	0.30	4.42	2.72	0.74	53.1	1.37	0.42	2.04	0.05	0.14
-K	'58	9.63	1.99	0.46	2.24	2.98	1.21	57.5	1.21	0.47	1.63	0.07	0.10
	59	9.40	2.49	0.45	1.72	3.33	1.22	47.1	1.55	0.56	1.66	—	0.19
	60	7.30	1.18	0.39	1.19	4.45	0.96	42.0	1.72	0.56	1.81	0.10	0.07
	61	17.60	2.61	0.62	1.28	2.92	1.04	54.5	1.78	0.77	1.73	0.05	0.09
	平均	10.98	2.07	0.48	1.61	3.42	1.11	50.3	1.57	0.59	1.71	0.07	0.11
-Ca	'58	9.57	2.18	0.52	4.38	2.36	0.76	59.6	1.17	0.52	1.76	0.07	0.14
	59	10.20	2.25	0.42	4.15	1.91	0.30	51.0	1.43	0.53	1.73	—	0.14
	60	7.80	2.28	0.36	4.70	2.14	0.14	30.8	2.00	0.68	2.20	0.07	0.07
	61	13.00	2.80	0.78	4.69	1.23	0.14	30.1	1.85	0.78	2.25	0.05	0.06
	平均	10.14	2.38	0.52	4.48	1.91	0.34	42.9	1.61	0.63	1.99	0.06	0.10
O	'58	4.07	1.49	0.56	3.54	3.36	0.88	26.7	0.75	0.48	1.84	0.06	0.11
	59	4.00	1.55	0.64	3.07	2.75	0.55	17.7	0.77	0.69	2.42	—	0.17
	60	4.20	1.78	0.66	3.98	3.42	0.75	17.9	0.86	0.53	2.58	0.05	0.11
	61	4.50	2.02	0.78	3.70	2.92	0.66	13.5	1.10	0.80	2.80	0.05	0.12
	平均	4.19	1.71	0.66	3.57	3.11	0.71	18.9	0.87	0.63	2.41	0.05	0.13

附表5 4要素試験累年養分吸収量

試験処理	試験年次	無堆肥区					堆肥区				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
4要素	1958	0.808	0.316	1.315	0.234	—	0.928	0.325	1.502	0.265	—
	59	0.611	0.312	0.967	0.293	0.103	0.943	0.322	1.338	0.328	0.119
	60	0.923	0.251	1.075	0.367	0.084	1.092	0.280	1.381	0.384	0.095
	61	0.765	0.276	0.952	0.228	0.106	1.260	0.405	1.644	0.452	0.143
	平均	0.774	0.289	1.077	0.281	0.098	1.056	0.333	1.466	0.357	0.119
-N	'58	0.270	0.231	0.797	0.156	—	0.273	0.179	0.799	0.170	—
	59	0.160	0.109	0.341	0.149	0.030	0.221	0.145	0.594	0.171	0.042
	60	0.179	0.112	0.552	0.111	0.034	0.238	0.127	0.701	0.164	0.042
	61	0.175	0.116	0.446	0.125	0.034	0.259	0.155	0.560	0.153	0.042
	平均	0.196	0.142	0.534	0.135	0.033	0.248	0.152	0.664	0.165	0.042
-P	'58	0.749	0.232	1.248	0.282	—	0.822	0.266	1.458	0.235	—
	59	0.785	0.221	0.983	0.316	0.128	0.893	0.237	1.458	0.366	0.176
	60	0.868	0.179	1.065	0.296	0.102	0.851	0.194	1.461	0.326	0.100
	61	0.972	0.215	1.076	0.345	0.171	1.039	0.347	1.910	0.486	0.183
	平均	0.844	0.212	1.093	0.310	0.134	0.901	0.261	1.572	0.353	0.153
-K	'58	0.808	0.302	1.100	0.242	—	0.893	0.314	1.152	0.327	—
	59	0.449	0.193	0.394	0.183	0.074	0.960	0.305	0.944	0.450	0.205
	60	0.541	0.145	0.313	0.094	0.036	0.810	0.262	0.847	0.366	0.100
	61	0.434	0.159	0.293	0.010	0.016	1.429	0.528	1.168	0.540	0.230
	平均	0.558	0.200	0.525	0.132	0.032	1.023	0.352	1.028	0.421	0.178
-Ca	'58	0.773	0.329	1.256	0.270	—	0.906	0.360	1.469	0.268	—
	59	0.856	0.244	0.878	0.246	0.082	1.006	0.322	1.392	0.327	0.108
	60	0.765	0.276	0.952	0.228	0.105	0.792	0.236	1.042	0.189	0.033
	61	0.519	0.165	0.539	0.095	0.026	0.921	0.336	1.287	0.175	0.035
	平均	0.728	0.254	0.906	0.210	0.054	0.906	0.314	1.298	0.240	0.059
O	'58	0.297	0.245	0.775	0.185	—	0.261	0.151	0.635	0.153	—
	59	0.180	0.100	0.297	0.114	0.047			0.551	0.143	0.052
	60	0.174	0.098	0.351	0.092	0.043	0.228	0.124	0.628	0.154	0.051
	61	0.159	0.093	0.224	0.096	0.049	0.238	0.142	0.541	0.137	0.045
	平均	0.203	0.134	0.412	0.122	0.046	0.231	0.141	0.589	0.147	0.049

附表6 窒素用量試験成績

試験処理	試験年次	茎葉重 kg	塊 茎 重 kg					比較比率	総塊茎数
			100g 以上	60g 以上	20g 以上	20g 未満	計		
0 kg	1958	41.4	18.0	61.1	54.1	6.5	139.7		3,296
	59	23.4	14.2	41.8	36.6	5.0	97.6		2,319
	60	39.3	23.7	56.0	63.6	7.3	150.6		3,254
	平 均	34.7	18.6	53.0	51.4	6.3	129.3	100	2,957
0.4	58	59.6	47.6	88.0	52.3	6.3	194.2		3,856
	59	49.4	73.6	73.4	33.4	6.3	186.7		3,388
	60	43.6	40.9	72.7	69.8	9.2	192.6		3,936
	平 均	50.9	54.0	78.0	51.8	7.3	191.1	148	3,727
0.8	58	72.8	76.0	96.4	44.6	6.6	223.6		3,962
	59	71.4	129.0	68.4	20.4	5.5	223.3		3,476
	60	78.1	66.2	87.8	53.8	9.5	217.3		4,330
	平 均	74.1	90.4	84.2	39.6	7.2	221.4	171	3,923
1.2	58	82.8	103.9	85.2	36.4	7.5	233.0		4,012
	59	93.6	146.0	69.4	21.1	5.3	241.8		3,614
	60	88.0	86.5	95.0	44.2	9.3	235.0		4,432
	平 均	88.1	112.1	83.2	33.9	7.4	236.6	183	4,019
1.6	58	80.8	105.2	81.0	41.8	9.0	237.0		4,288
	59	90.6	148.0	63.4	19.8	5.4	236.6		3,468
	60	97.6	90.2	91.8	45.9	10.5	238.4		4,512
	平 均	89.7	114.5	78.7	35.8	8.3	237.3	184	4,089
2.0	58	83.4	107.3	82.3	43.1	7.3	240.0		4,408
	59	94.6	149.0	59.0	19.9	4.3	232.2		3,304
	60	103.0	108.8	84.1	39.6	9.8	242.3		4,190
	平 均	93.7	121.7	75.1	34.2	7.1	238.1	184	3,967

附表7 燐酸用量試験成績

試験処理	試験年次	茎葉重 kg	塊 茎 重 kg					比較比率 %	総塊茎数
			100g 以上	60g 以上	20g 以上	20g 未満	計		
0 kg	1958	50.2	77.2	89.6	41.6	7.4	215.8		3,916
	59	76.0	136.0	65.0	19.0	6.6	226.6		3,161
	60	77.1	78.6	88.2	52.4	11.3	230.5		4,660
	平均	67.8	97.3	80.9	37.7	8.4	224.3	100	3,913
0.4	'58	48.2	79.6	78.2	46.7	7.4	211.9		4,034
	59	83.6	143.0	60.6	25.1	5.9	234.6		3,552
	60	80.6	83.0	94.0	37.4	10.3	224.7		4,374
	平均	70.8	101.9	77.6	36.4	7.9	223.8	100	3,987
0.8	'58	52.6	78.7	86.4	45.0	6.7	216.8		4,048
	59	81.2	142.0	60.2	25.9	5.9	234.0		3,282
	60	71.8	64.4	91.6	44.8	10.1	210.9		4,524
	平均	68.5	95.0	79.4	38.6	7.6	220.6	98	3,951
1.2	'58	53.6	79.0	85.4	41.6	8.1	214.1		4,068
	59	79.0	144.0	61.0	19.8	5.5	230.3		3,178
	60	64.6	65.8	100.0	34.4	9.7	209.9		4,006
	平均	65.7	96.3	82.1	31.9	7.8	218.1	97	3,751

附表8 加里用量試験成績

試験処理	試験年次	茎葉重 kg	塊 茎 重 kg					計	比較比率 %	総塊莖数
			100g 以上	60g 以上	20g 以上	20g 未満				
0 kg	1958	63.4	62.9	97.4	49.3	10.3	219.9		4,357	
	59	69.6	100.6	82.0	29.2	6.0	217.8		3,456	
	60	70.4	63.1	90.0	48.7	9.1	210.9		4,238	
	平 均	67.8	75.5	89.8	42.4	8.5	216.2	100	4,017	
0.4	'58	57.2	66.6	93.0	48.7	9.3	217.6		4,104	
	59	75.4	118.8	73.2	24.4	5.8	222.2		3,454	
	60	69.0	60.1	96.4	52.7	11.4	220.6		4,534	
	平 均	67.2	81.8	87.5	41.9	8.8	220.0	101	3,971	
0.8	'58	60.8	78.7	94.2	45.3	8.3	226.5		4,078	
	59	76.8	133.8	85.0	21.3	5.6	245.7		3,340	
	60	75.6	79.3	86.9	47.0	9.6	222.8		4,416	
	平 均	70.9	97.3	88.7	37.9	7.8	231.7	107	3,945	
1.2	'58	64.8	84.3	88.3	44.3	8.0	224.9		4,164	
	59	82.6	146.0	63.4	19.4	6.9	235.7		3,567	
	60	81.4	85.4	87.2	45.5	11.2	229.3		4,484	
	平 均	76.3	105.2	79.6	36.4	8.7	229.9	106	4,072	
1.6	'58	59.8	84.8	88.4	48.0	6.9	228.1		4,026	
	59	84.2	151.4	62.6	20.6	5.4	240.0		3,186	
	60	81.6	77.7	91.4	48.0	9.9	227.0		4,284	
	平 均	75.2	104.6	80.8	38.9	7.4	231.7	107	3,851	
2.0	'58	68.2	86.9	89.3	43.4	9.4	229.0		4,184	
	59	87.0	152.2	57.4	20.8	7.3	237.7		3,202	
	60	80.0	88.2	84.9	39.5	10.0	222.6		4,274	
	平 均	78.4	109.1	77.2	34.6	8.9	229.8	106	3,887	

附表9 窒素用量試験収穫物中の成分含有率

試験処理	試験年次	茎葉中の成分含有率 (%)					塊茎中の成分含有率 (%)				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
0 kg	'58	1.27	0.60	2.77	4.03	—	0.76	0.56	1.95	0.09	—
	59	1.70	0.60	3.65	3.27	0.79	1.04	0.50	2.14	0.15	0.10
	60	1.61	0.41	4.09	3.24	0.79	1.06	0.51	2.73	0.10	0.10
	平均	1.53	0.54	3.50	3.51	0.79	0.95	0.52	2.27	0.11	0.10
0.4	'58	1.93	0.52	2.49	2.97	—	0.93	0.50	1.87	0.04	—
	59	1.68	0.44	4.03	2.85	0.77	1.17	0.55	2.28	0.12	0.11
	60	1.30	0.24	3.50	2.65	0.46	1.37	0.54	2.64	0.07	0.12
	平均	1.64	0.40	3.34	2.82	0.62	1.16	0.53	2.26	0.08	0.12
0.8	'58	1.90	0.47	3.61	2.46	—	0.97	0.58	1.81	0.03	—
	59	2.17	0.42	3.94	2.28	0.93	1.32	0.49	1.93	0.14	0.10
	60	2.11	0.32	4.73	2.35	0.63	1.55	0.51	2.35	0.06	0.12
	平均	2.06	0.40	4.09	2.36	0.78	1.28	0.53	2.03	0.08	0.11
1.2	'58	1.74	0.44	3.43	2.83	—	1.03	0.53	1.72	0.05	—
	59	2.76	0.44	4.45	1.93	0.78	1.48	0.47	1.82	0.15	0.09
	60	1.84	0.28	4.41	2.11	0.46	1.82	0.51	2.14	0.06	0.09
	平均	2.11	0.39	4.10	2.29	0.62	1.44	0.50	1.89	0.09	0.09
1.6	'58	2.52	0.51	3.84	1.48	—	1.22	—	1.99	—	—
	59	3.06	0.51	4.04	1.91	1.16	1.65	0.50	1.93	0.29	0.20
	60	3.09	0.44	6.00	2.12	0.39	2.05	0.51	2.38	0.07	0.10
	平均	2.89	0.49	4.63	1.84	0.78	1.64	0.51	2.10	0.18	0.15
2.0	'58	2.64	0.53	2.86	1.94	—	1.22	0.45	1.74	0.09	—
	59	3.45	0.51	4.36	1.85	1.01	1.80	0.52	1.73	0.27	0.21
	60	3.79	0.51	5.87	2.07	0.79	1.70	0.43	1.87	0.07	0.10
	平均	3.29	0.52	4.36	1.95	0.90	1.57	0.47	1.78	0.14	0.16

附表10 燐酸用量試験収穫物中の成分含有率

試験処理	試験年次	茎葉中の成分含有率 (%)					塊茎中の成分含有率 (%)				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
0 kg	'58	2.33	0.37	4.64	1.90	—	1.05	0.41	1.74	0.07	—
	59	3.04	0.39	4.65	1.73	0.89	1.45	0.67	1.90	0.27	0.37
	60	2.29	0.28	6.50	2.35	0.67	1.66	0.46	2.06	0.06	0.20
	平均	2.55	0.35	5.26	1.99	0.78	1.39	0.51	1.90	0.13	0.29
0.4	'58	1.96	0.38	3.72	1.96	—	1.04	0.51	1.81	0.07	—
	59	2.96	0.37	4.50	2.17	1.08	1.65	0.41	1.81	0.27	0.29
	60	2.18	0.31	5.75	2.43	0.60	1.77	0.51	2.00	0.04	0.13
	平均	2.37	0.35	4.66	2.19	0.84	1.49	0.48	1.87	0.13	0.21
0.8	'58	2.36	0.51	3.70	2.02	—	1.15	0.44	1.70	0.06	—
	59	3.29	0.46	4.20	1.76	0.77	1.60	0.50	1.93	0.30	0.17
	60	2.29	0.31	6.36	2.41	0.71	1.74	0.50	2.31	0.06	0.12
	平均	2.65	0.43	4.75	2.06	0.74	1.50	0.48	1.98	0.14	0.15
1.2	'58	2.04	0.52	3.86	1.08	—	1.03	0.51	1.73	0.05	—
	59	2.94	0.44	4.33	1.77	0.88	1.61	0.50	1.93	0.30	0.23
	60	1.89	0.27	5.88	2.17	0.47	1.71	0.52	2.27	0.05	0.12
	平均	2.29	0.41	4.69	1.67	0.68	1.45	0.51	1.97	0.13	0.18

附表11 加里用量試験収穫物中の成分含有率

試験処理	試験年次	茎葉中の成分含有率 (%)					塊茎中の成分含有率 (%)				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
0 kg	1958	2.01	0.53	2.41	2.40	—	1.17	0.55	1.53	0.05	—
	59	2.69	0.44	2.54	2.10	1.33	1.07	0.46	1.58	0.15	0.07
	60	2.08	0.33	4.20	2.62	0.90	1.66	0.47	2.37	0.06	0.12
	平均	2.26	0.43	3.05	2.37	1.12	1.30	0.49	1.83	0.09	0.10
0.4	58	2.20	0.54	3.19	2.94	—	1.18	0.58	1.69	0.10	—
	59	2.11	0.45	3.45	2.10	1.27	1.38	0.46	1.64	0.20	0.13
	60	1.92	0.24	4.53	2.34	0.65	1.58	0.47	2.33	0.06	0.09
	平均	2.08	0.41	3.72	2.46	0.96	1.38	0.50	1.89	0.12	0.11
0.8	58	2.17	0.51	3.74	2.55	—	1.06	0.45	1.74	0.08	—
	59	2.91	0.42	3.56	1.97	1.07	1.65	0.46	1.73	0.22	0.12
	60	2.39	0.32	4.71	2.21	0.56	1.88	0.59	2.42	0.06	0.12
	平均	2.49	0.42	4.00	2.24	0.82	1.53	0.50	1.96	0.12	0.12
1.2	58	2.07	0.50	3.90	2.15	—	0.98	0.46	1.83	0.06	—
	59	2.91	0.44	4.78	1.94	0.92	1.44	0.44	1.75	0.14	0.08
	60	2.42	0.31	5.64	2.14	0.53	1.74	0.62	2.33	0.05	0.16
	平均	2.47	0.42	4.77	2.08	0.73	1.39	0.51	1.97	0.08	0.12
1.6	58	2.11	0.49	4.35	1.94	—	1.20	0.50	1.87	0.07	—
	59	2.42	0.44	4.78	1.84	0.84	1.67	0.45	1.87	0.16	0.08
	60	2.07	0.27	5.88	2.22	0.46	1.72	0.61	2.35	0.05	0.12
	平均	2.20	0.40	5.00	2.00	0.65	1.53	0.52	2.03	0.09	0.10
2.0	58	1.96	0.50	4.85	2.00	—	0.88	0.48	2.06	0.04	—
	59	3.02	0.44	5.75	1.73	0.67	1.54	0.43	1.85	0.15	0.10
	60	2.44	0.31	6.45	1.82	0.33	1.58	0.62	2.51	0.05	0.14
	平均	2.47	0.42	5.68	1.85	0.50	1.33	0.51	2.14	0.08	0.12

附表12 窒素施用量の変化と風乾物収量並びに養分吸収量

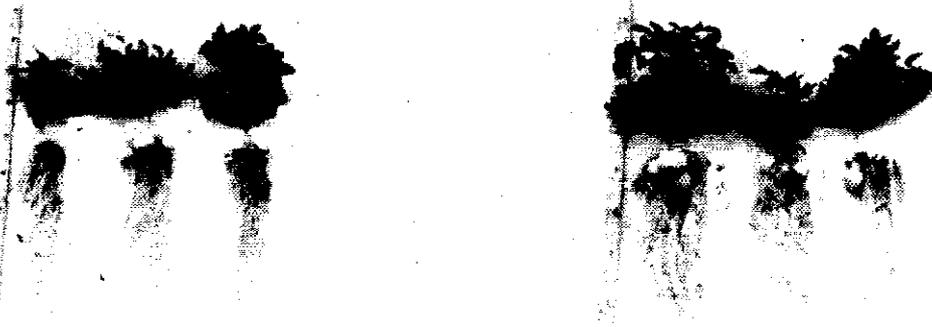
試験処理	試験年次	風乾物収量 kg/a当り			養分吸収量 kg/a当り				
		茎 葉	塊 茎	計	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
0 kg	1958	5.26	33.7	38.96	0.467	0.220	0.802	0.242	—
	59	3.00	23.9	26.90	0.322	0.146	0.669	0.177	0.058
	60	8.30	37.7	46.00	0.532	0.224	1.368	0.306	0.103
	平均	5.52	31.8	37.32	0.440	0.197	0.946	0.242	0.081
0.4	'58	8.22	48.6	56.82	0.610	0.286	1.113	0.264	—
	59	5.60	43.7	47.30	0.632	0.272	1.286	0.258	0.103
	60	9.80	53.9	63.70	0.864	0.314	1.766	0.300	0.109
	平均	7.87	48.7	56.57	0.702	0.291	1.388	0.274	0.106
0.8	'58	8.95	55.3	64.25	0.706	0.363	1.323	0.237	—
	59	7.50	50.7	58.20	0.862	0.286	1.334	0.274	0.134
	60	11.80	54.3	66.10	1.088	0.317	1.833	0.311	0.141
	平均	9.08	53.4	62.48	0.885	0.322	1.497	0.274	0.138
1.2	'58	9.27	54.1	63.37	0.719	0.328	1.249	0.289	—
	59	10.00	53.9	63.90	1.118	0.304	1.497	0.305	0.139
	60	11.20	57.6	68.80	1.257	0.326	1.725	0.271	0.102
	平均	10.16	55.2	65.36	1.031	0.319	1.490	0.288	0.121
1.6	'58	9.78	55.7	65.48	0.954	—	1.322	—	—
	59	9.20	55.5	64.70	1.250	0.334	1.512	0.369	0.238
	60	11.40	57.2	68.60	1.526	0.344	2.044	0.279	0.102
	平均	10.13	56.1	66.23	1.243	0.339	1.626	0.324	0.170
2.0	'58	11.09	53.7	64.16	0.948	0.360	1.252	0.264	—
	59	9.00	56.7	65.70	1.391	0.350	1.447	0.351	0.227
	60	12.00	58.2	70.20	1.446	0.311	1.792	0.288	0.152
	平均	10.70	56.2	66.90	1.262	0.340	1.497	0.301	0.190

附表13 磷酸施用量の変化と風乾物収量並びに養分吸収量

試験処理	試験年次	風乾物収量 kg/a 当り			養分吸収量 kg/a 当り				
		茎	葉	塊 茎	計	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
0 kg	1958	6.02	50.6	56.62	0.671	0.229	1.159	0.150	—
	59	7.90	54.5	62.40	1.076	0.402	1.473	0.310	0.285
	60	9.00	58.8	62.80	1.182	0.295	1.798	0.246	0.173
	平均	7.64	54.6	62.24	0.976	0.309	1.477	0.235	0.230
0.4	'58	6.89	49.4	56.29	0.648	0.278	1.150	0.170	—
	59	8.40	56.8	65.20	1.245	0.271	1.496	0.378	0.275
	60	10.50	57.3	67.80	1.242	0.327	1.751	0.279	0.136
	平均	8.60	54.5	63.10	1.045	0.292	1.466	0.276	0.206
0.8	'58	7.73	49.9	57.63	0.756	0.259	1.134	0.186	—
	59	7.70	53.8	61.50	1.186	0.314	1.451	0.336	0.167
	60	8.40	51.7	60.10	1.092	0.287	1.728	0.235	0.122
	平均	7.94	51.8	59.74	1.011	0.287	1.438	0.252	0.145
1.2	'58	7.29	50.3	57.59	0.667	0.294	1.152	0.104	—
	59	7.50	54.8	62.30	1.161	0.316	1.463	0.332	0.210
	60	9.00	50.4	59.40	1.032	0.288	1.675	0.221	0.103
	平均	7.93	51.8	59.76	0.953	0.299	1.430	0.219	0.157

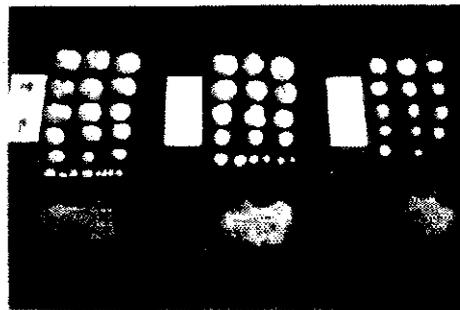
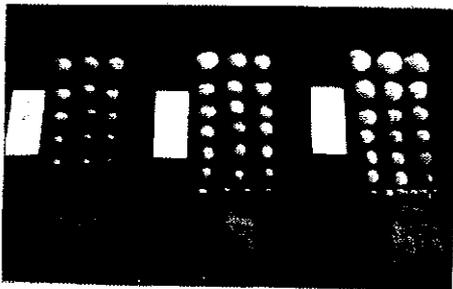
附表14 加里施用量的変化と風乾物収量並びに養分吸収量

試験処理	試験年次	風乾物収量 kg/a 当り			養分吸収量 kg/a 当り					
		茎	葉	塊 茎	計	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
0 kg	1958	8.62		53.3	61.92	0.796	0.339	1.023	0.234	—
	59	7.30		48.1	55.40	0.759	0.261	0.991	0.264	0.155
	60	9.60		53.1	62.70	1.081	0.282	1.661	0.281	0.149
	平均	8.51		51.5	60.01	0.879	0.294	1.225	0.260	0.152
0.4	'58	8.07		51.8	59.87	0.789	0.344	1.133	0.289	—
	59	7.80		50.2	58.00	0.898	0.275	1.158	0.304	0.188
	60	10.30		55.8	66.10	1.081	0.287	1.764	0.273	0.116
	平均	8.72		52.6	61.32	0.923	0.302	1.352	0.289	0.152
0.8	'58	8.27		55.5	63.77	0.757	0.292	1.275	0.255	—
	59	7.10		57.1	64.20	1.198	0.300	1.302	0.299	0.163
	60	11.70		52.4	64.10	1.266	0.345	1.821	0.288	0.130
	平均	9.02		55.0	64.02	1.074	0.312	1.466	0.281	0.147
1.2	'58	8.23		53.5	61.73	0.695	0.287	1.301	0.209	—
	59	7.60		57.7	65.30	1.113	0.296	1.474	0.269	0.135
	60	10.90		52.7	63.60	1.180	0.358	1.844	0.257	0.119
	平均	8.91		54.6	63.51	0.996	0.314	1.540	0.245	0.127
1.6	'58	7.00		54.3	61.30	0.799	0.306	1.320	0.174	—
	59	8.80		53.5	62.30	1.152	0.288	1.513	0.283	0.133
	60	10.90		55.6	66.50	1.185	0.367	1.946	0.270	0.116
	平均	8.90		54.5	63.40	1.045	0.320	1.593	0.242	0.125
2.0	'58	9.00		53.8	62.80	0.650	0.303	1.545	0.202	—
	59	8.50		55.9	64.40	1.175	0.285	1.632	0.264	0.126
	60	11.20		54.5	65.70	1.131	0.370	2.092	0.229	0.115
	平均	9.57		54.7	64.27	0.985	0.319	1.756	0.232	0.121



春 作

- | | |
|-----------|-----------------|
| 註 1. 供試品種 | ウンゼン |
| 2. 加里供給期間 | 標準(無処理).....全期間 |
| | 無加里.....全期間欠除 |
| | 添加一.....塊茎形成期より |
| | 添加二.....塊茎肥大期より |
| | 欠除一.....塊茎形成期より |
| | 欠除二.....塊茎肥大期より |



秋 作 (5株当り)

写真図版1 塊茎の形成肥大に及ぼす加里の影響



4 要素



無肥料



無石灰



無窒素



無磷酸



無加里

写真図版2 要素の欠乏と生育