

春作バレイショにおける乾物生産と栽植密度との関係

浅沼興一郎, 中 潤三郎, 木暮 秩

ON THE RELATION BETWEEN DRY MATTER PRODUCTION AND PLANT DENSITY IN SPRING CROPPING POTATO PLANTS

Koh-ichiro ASANUMA, Junzaburo NAKA and Kiyoshi KOGURE

The present experiment was carried out to obtain some informations about the yield-determining process in spring cropping potato plants concerning with the dry matter production under three plant densities, using the cultivar "Unzen" as material. The three plant densities conducted were 'low' ($3.16/m^2$), 'medium' ($6.32/m^2$), and 'high' ($12.64/m^2$) under field conditions.

As to the growth of tops, plant density did not affect plant height, but, with increasing plant density, the numbers of leaves and branches, the dry weight of leaves and stems per m^2 of land were increased up to the stage of early tuber bulking. After this stage, accompanied with the withering of leaves and smaller branches, the dry weight of leaves decreased more rapidly with increasing plant density, and that of stems became similar among three plant densities.

Of the yield components, though the numbers of stolons and tubers per m^2 increased, the percentage of productive stolons and the mean weight of a tuber decreased with increasing plant density, showing the possibilities of mutual compensation between these components. The limit of density for tuber yield could not be attained within the range of this experiment.

Considering the relation between the yield components and the dry matter production, it may be pointed out that the numbers of stolons and tubers are obtained by securing leaf area before the stage of tuber formation, and that the percentage of productive stolons and the mean weight of a tuber are finally supported by the dry matter production of plants at the stage of tuber bulking.

暖地における春作バレイショの増収機構を群落における乾物生産との関連から追究するため、「ウンゼン」を供試して、栽植密度を疎 (m^2 あたり個体数3.16), 中 (同6.32), 密 (同12.64) とした場合について実験した。

まず地上部の生育状況をみると、草丈の推移には大差が認められなかったが、葉数、分枝数ならびに葉重、茎重は塊茎肥大初期まで、密植になるほど増加する様相を呈した。しかし以後は葉および弱小分枝の枯死に伴い、密植になるほど葉重が減少したのに対し、茎重はいずれの密度でも近似していた。

つぎに収量構成要素のうち、匍枝数、塊茎数は密植になるほど多かったのに反して、塊茎化歩合、平均1個塊茎重は小となる傾向を示し、これらの相互間に補償作用のあることが推察された。また収量は密植になるほど多く、本実験における栽植密度の範囲内では限界密度を明らかにし得なかった。

さらに収量構成要素と乾物生産との関連から検討したところ、匍枝数、塊茎数に対しては葉面積の確保が重要であり、また塊茎化歩合、平均1個塊茎重に対しては、塊茎肥大期間における乾物生産に関与する要素への十分な配慮が重要であると考察された。

緒 言

暖地における春作バレイショは冷涼地の夏作に比べて、生育期間が短く、地上部も小さいため、必ずしも十分な生産をあげているとは言い難い⁽⁵⁾。この原因としては塊茎の肥大期間を高温条件下に経過することや、地上部が小さいことによる低い光エネルギー利用効率などが関連しているものと考えられる。とくに後者の面からすれば、暖地においては栽植密度をかなり大きくすることが望ましいと推察される。この点についてバレイショの栽植密度に関する研

究報告は多いが^(1,2,7,4,5,8,9,10,11,14,15)、そのほとんどは冷涼地での栽培におけるものであり、暖地の春作において理論的に行なわれたものはほとんどないのが実情である。

一方、パレイショの収量成立に関連の深い要素として匍枝数、塊茎数、塊茎化歩合、平均1個塊茎重などがあげられるが⁽⁶⁾、本研究においては、これらの要素が群落における作物体の生育および乾物生産とどのような関係にあるかを追究するため、栽植密度を変えた場合について実験した。その結果、若干の知見が得られたのでここに報告する。

材料および方法

実験材料としては西南暖地の春作用品種「ウンゼン」を供試した。1個の重さ100~120gの種いもを二つに割り、通常の予措を行ない、3月16日、香川大学農学部の研究圃場に植え付けた。栽植個体数は m² あたり疎植区が3.16、中植区が6.32、密植区が12.64となるようにした。栽植方法は畦巾をいずれも66cmとし、1株1本仕立て、栽植密度の調節は株間を変化させて行なった。施肥量は各区ともaあたり硫酸4.8kg、過石4.7kg、硫加2.0kgをすべて基肥として施した。

試料採取はTable 1に示した5回にわたって行なった。それぞれの時期に各区より中庸と認められる場所を選定して生育調査をした後、層別刈取⁽⁶⁾を実施して、葉面積ならびに器官別乾物重を測定した。相対照度の測定には群落相対照度計を用いた。葉緑素の定量は生葉を供試して85%アセトンで抽出後、比色分析(波長660mμ)によった。また葉の成分のうち、窒素はセミマイクロケルダール法、リン酸とカリについては試料を乾式灰化し、塩酸および熱水で溶解した後、前者はモリブデン青比色分析法、後者は蛍光分析法によってそれぞれ定量した。

Table 1. Sampling schedule

Sampling time	I	II	III	IV	V
Date	April 25	May 5	May 25	June 8	June 22
Stage of growth	Early growing	Tuber formation	Early tuber bulking	Middle tuber bulking	Maturing

実験結果および考察

はじめに地上部の生育状況について述べると (Fig. 1 参照)、主茎長は密植になるほど長くなったが、草丈については差異がみられなかった。この理由は、疎植になるほど主茎の花房着生節位に発生する分枝⁽¹²⁾の生育が旺盛であったことによるもので、地上部生育が後期まで盛んであったことを示していた。つぎに単位土地面積 (m²) あたり生

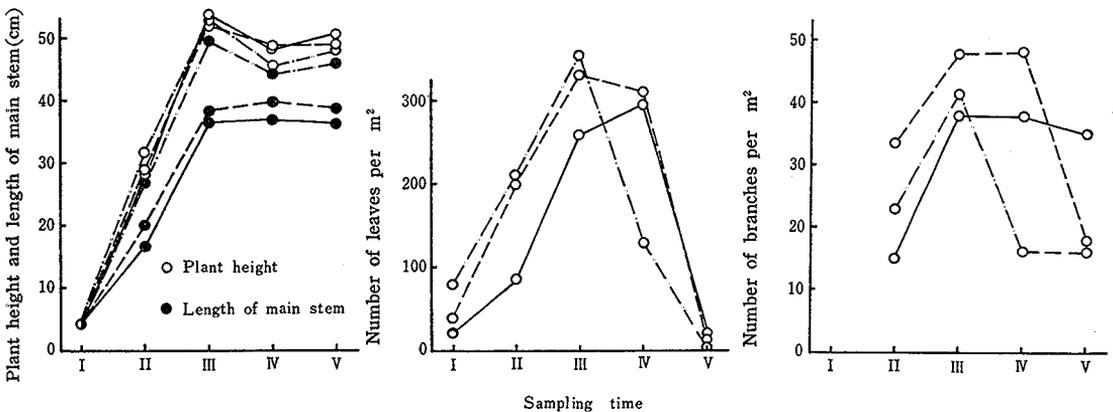


Fig. 1 Growth status of tops (— : Low density ; --- : Medium d. ; - · - · : High d.).

Table 2. Yield components and yield

	Number of stolons per m ²	Number of tubers per m ²	Percentage of productive stolons %	Mean weight of a tuber* g	Yield of tubers per m ² * kg
Low density	34.7	26.1	75.2	104.6	2.73
Medium density	56.7	42.2	74.4	86.3	3.64
High density	100.8	71.8	71.2	57.2	4.11

* fresh weight basis

葉数は塊茎肥大初期まで密植になるほど多く、その後は下葉の枯凋によって早く減少した。また分枝も密植になるほど早くから枯死した。一方、着蕾期、茎葉黄変期については、いずれも密植になるほど早くなり、地上部生育が早熟化する様相を呈した。

つぎに成熟期における収量構成要素および収量の調査結果を Table 2 に示した。これによると、m² あたり匍枝数、塊茎数は密植になるほど大となったのに対し、塊茎化歩合、平均1個塊茎重は小となり、これらの要素間に補償作用のあることが示唆されたが、塊茎化歩合における差異は大きいものではなかった。また塊茎収量は密植になるほど多く、従って本実験における栽植密度の範囲では、収量に対する限界密度を推定することは困難であった。しかしながら、生産された塊茎について、その大きさ(直径)の頻度分布をみれば (Fig. 2 参照)、密植になるほど小形の塊茎の割合が高く、しかも粒ぞろいの良好なものが得られていた。このことはバレイシヨ栽培において好適栽植密度を考える場合に複雑な一面のあることを示唆しているものと思われる⁴⁾が、以上の成績から判断して、実用的栽植密度は中植区と密植区の間に見出されるべきであろうと推察された。なお、密封法により測定した呼吸量をみれば (Fig. 3 参照)、種いもでは密植になるほど早く衰退し、地上部生育の促進と密接な関連を示したのに対し、塊茎では密植になるほど肥大の初期と中期には高く、成熟期には逆に低く、塊茎が早熟化する⁶⁾ことを示した。

つづいて各器官における m² あたり乾物重の推移を Fig. 4 に示した。葉では前述した生葉数の場合と類似し、茎では塊茎肥大初期までは密植になるほど多く、その後は各区とも近似の値を示した。また塊茎では終始、密植になるほど

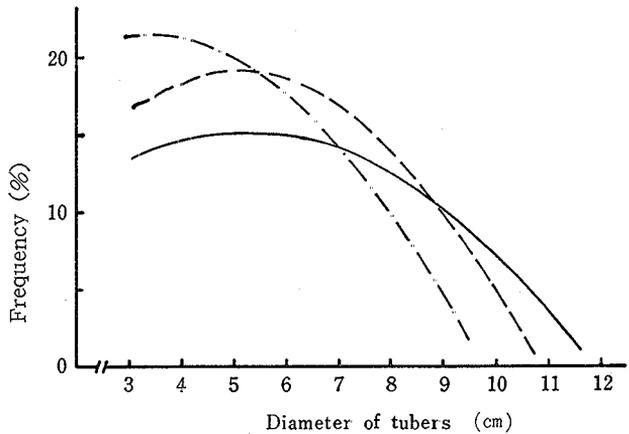


Fig. 2 Frequency distribution of diameter of tubers. Each line is the same as those in Fig. 1.

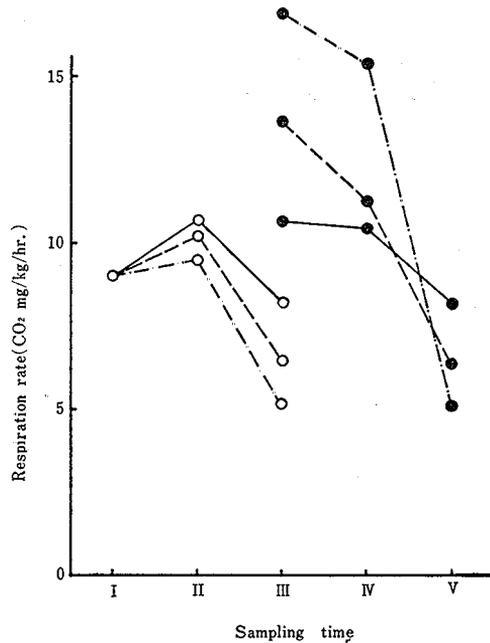


Fig. 3 Changes in respiration rate of seed tubers (O) and tubers (●). Each line is the same as those in Fig. 1.

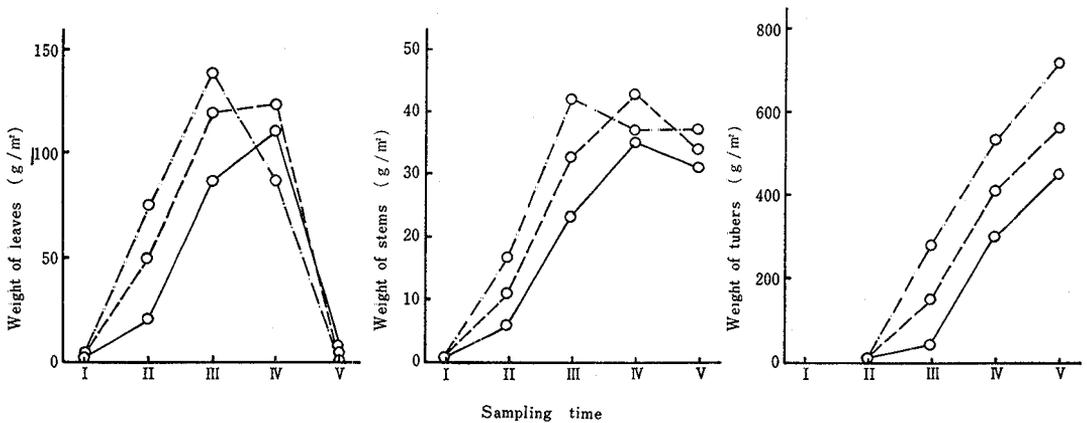


Fig. 4 Changes in dry weight of each organ. Each line is the same as those in Fig. 1.

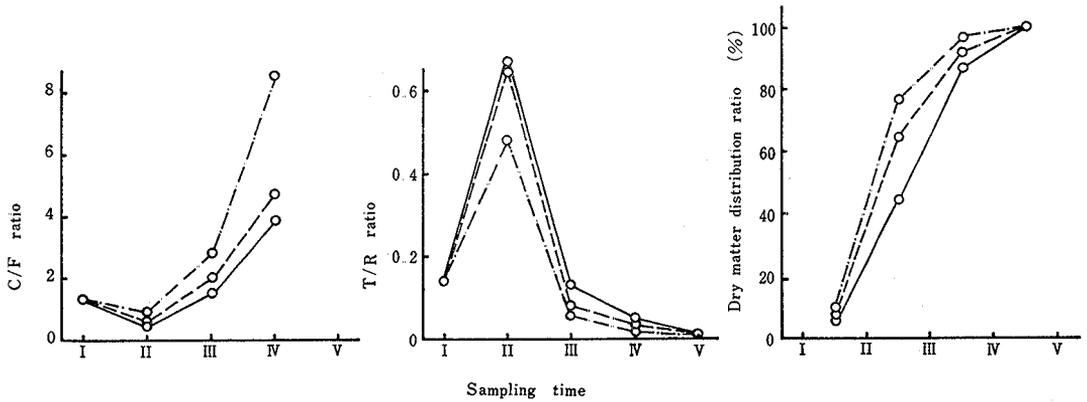


Fig. 5 Changes in C/F ratio, T/R ratio, and dry matter distribution ratio to tubers. Each line is the same as those in Fig. 1.

ど多く推移した。以上の成績は栽植密度に関する従来^(1,2,3,4,5,8,9,10,11,14,15)の成績と類似していた。つぎにこれらの乾物構成状況についてみると (Fig. 5 参照), C/F 比および T/R 比については、いずれも栽植密度の変化と密接な関連を示しながら推移するとともに、密植になるほど先進的な傾向を示していた。また塊茎への乾物分配率についても同様な傾向を呈していた。

さらに Fig. 6 には地上部の生育に伴う光合成系と非光合成系における乾物重の垂直分布を地表から 10cm ごとの層位別に示した。これによると、光合成系は各区とも全期間を通じ、概して下層位に多く密集して分布する傾向が認められたが、密植になるほど層位による差異が小さくなり、とくに塊茎肥大中期における密植区では下層位の葉が著しく減少していた。また非光合成系は全期間を通じ、各区とも下層位ほど多く分布していたが、量的には塊茎肥大初期まで密植になるほど多く、その後は顕著な差異を示さなかった。中世古ら⁽⁸⁾は冷涼地におけるパレイショについて、栽植密度を変化させた場合の生産構造の品種間差異を調べているが、本研究の成績は早生品種で得られたものと類似していた。また、下層位での落葉の原因は光条件によるものであることを報告している⁽⁸⁾のに対比し、本研究でも各栽植密度の群落内における相対照度の垂直分布について調査した結果を Fig. 7 に示す。これによると、塊茎形成期には密植になるほど明らかに透過光線が少なく、塊茎肥大初期には中植区と密植区とにおいて近似し、さらに塊茎肥大中期には3区ともほぼ類似の透過状況を示した。この結果は前述の光合成系における乾物重の垂直分布と密接な関連を示しており、中世古ら⁽⁸⁾の指摘と一致した。

他方、光合成系の発達状況について、葉面積指数と葉緑素指数の変化を Fig. 8 に示した。いずれも生葉数の変化と関連し、塊茎肥大初期までは密植になるほど高かったが、その後は密植になるほど早くから低下した。また葉にお

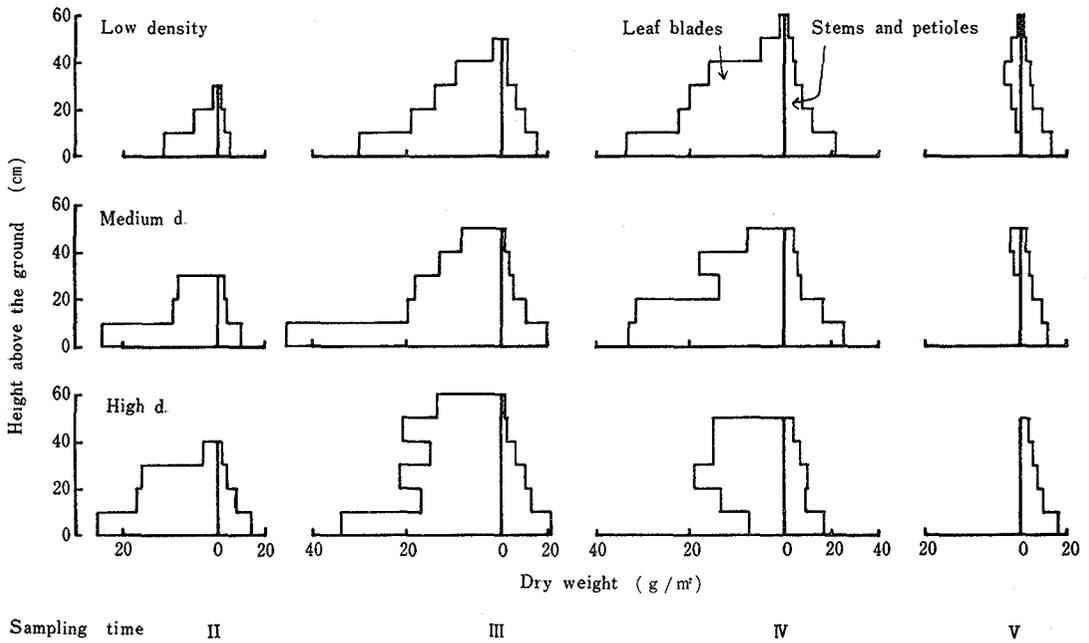


Fig. 6 Changes in profiles of dry matter distribution.

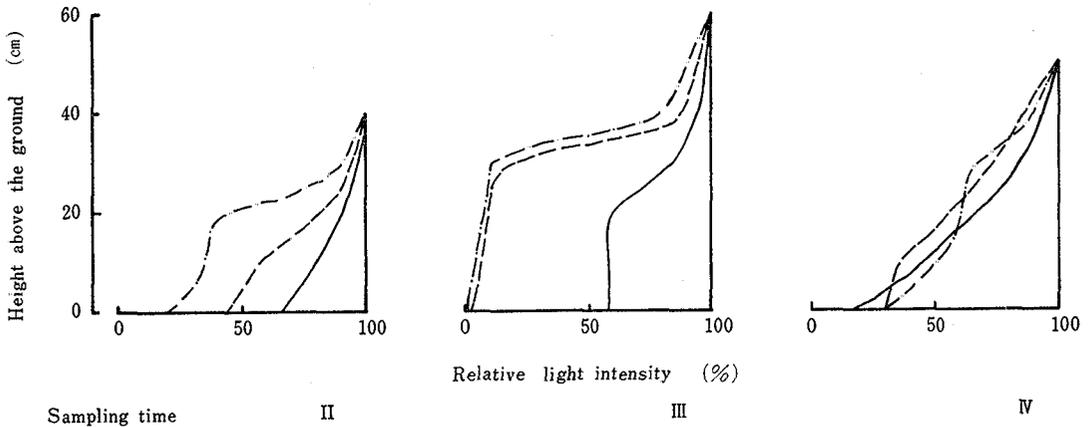


Fig. 7 Changes in profiles of relative light intensity. Each line is the same as those in Fig. 1.

ける成分含有率のうち (Fig. 9 参照), カリについては明らかな傾向を認めなかったが, 窒素, リン酸については密植になるほど低く経過し, 光合成能が早く衰退することが推察された。

以上の結果から考察すると, 一般に密植をすれば相互遮蔽が早くから起こって, 群落内部への光線透過が不良となり, 下葉や弱小分枝が枯死し, 光合成および個体の生育にとってはやや不利であるが, 単位土地面積あたりでは乾物生産量が多くなり, しかも匍枝数, 塊茎数が多いことも相まって, 増収することが可能であると推察される。他方, 前述のごとく, 本研究における栽植密度の範囲内では, 塊茎化歩合の差が僅かであり, このことから収量は塊茎数と平均1個塊茎重との両者によってほぼ決定されるものとみなされる。そして前者は塊茎肥大初期までの乾物増加量と密接な関係を有し, 後者についてはその後における乾物生産と密接な関係を有しているものと考察された。

ALLEN ら⁽¹⁾, 田口ら⁽¹³⁾ はいずれも冷涼地のバレイシヨにおける乾物生産について報告し, 乾物生産を大ならしめるためには葉面積を確保することが重要であると述べている。本研究の場合, 塊茎肥大初期までの乾物増加量は葉面積指数と直接的な関係を示してそれらの報告と一致したが, 以後については両者の間に明確な関係を認めることが

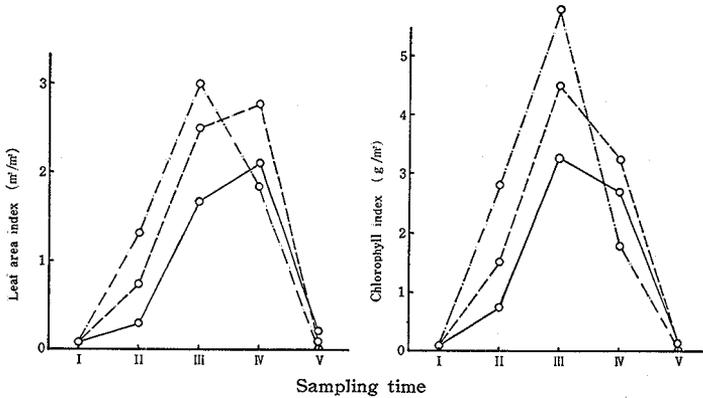


Fig. 8 Changes in leaf area index and chlorophyll index. Each line is the same as those in Fig. 1.

できなかった。これは肥大期以後、密植になるほど早熟化するなど、生理的条件が必ずしも同じではなかったことにも起因しているものと思われる。また田口ら⁽¹³⁾は乾物生産に対する最適葉面積指数を3.8と推定しているが、本研究における葉面積指数の最大値は塊茎肥大初期に密植区で約3.0であり、その値には及ばなかった。従って、暖地の春作パレイシヨにおいて、塊茎肥大初期までの乾物生産量の増大は、葉面積を早く確保することによって容易に得られるものであり、また本研究におけるよりもさらに向上させることが可能であると推察される。しかしながら、塊茎肥大期間における乾物生産はやや複雑であり、葉面積、光合成能、受光勢態などが関連しているものと思われるので、これらの要素との関連について、今後なおいっそうの研究が必要である。

以上要するに、暖地のパレイシヨ春作において高収量を得るためには、栽植密度をなるべく大きくして塊茎数を確保するとともに、以後の乾物生産に関与する要素に十分な考慮を払い、個々の塊茎の肥大を図ることが重要であると思われる。

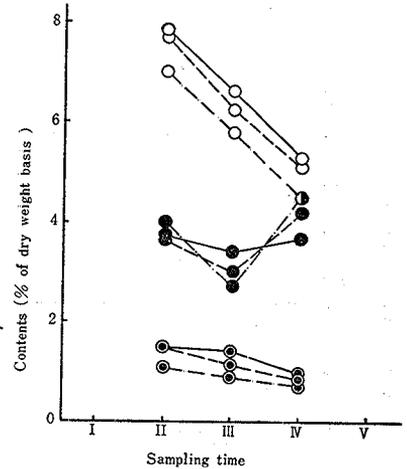


Fig. 9 Changes in contents of three nutrient elements, nitrogen (○), phosphorus (◐), and potassium (●) in leaf blades. Each line is the same as those in Fig. 1.

引用文献

(1) ALLEN, E. J., SCOTT, R. K.: An analysis of growth of the potato crop, *J. Agr. Sci.*, **94**, 583-606 (1980).

(2) BREMNER, P. M., TAHA, M. A.: Studies in potato agronomy, 1. The effects of variety, seed size and spacing on growth, development and yield, *J. Agr. Sci.*, **66**, 241-252 (1966).

(3) GRAY, D.: Spacing and harvest date experiments with Maris Peer potatoes, *J. Agr. Sci.*, **79**, 281-290 (1972).

(4) 池田 武, 輪田 潔: 窒素施用量と栽植密度がジャガイモの収量におよぼす影響 (予報), 日作東北支報, (17), 63-64 (1975).

(5) 栗原 浩, 西川広栄, 田畑健司, 大久保隆弘: 馬鈴薯の栽培条件と生育との関係に関する解析的研究, 東北農試研報, (28), 143-200 (1963).

(6) MONSI, M., SAEKI, T.: Über den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion, *Jap. J. Bot.*, **14**, 22-52 (1953).

(7) 中 潤三郎, 大森 浩: 馬鈴薯に関する生理, 生態学的研究, IV 浴光催芽に依る早熟増収の機構に就いて, 香川農大報, **2**, 139-143 (1951).

(8) 中世古公男, 由田宏一, 吉田 稔: ばれいしょの生理生態学的研究, 第9報 栽植密度を異にする個体群における生産構造の品種間差異, 北大農邦文紀要, **8**, 182-187 (1972).

(9) PROCTOR, J. M., SMARTT, A.: Effects of seed size and spacing of seed tubers and stems on yields of early and canning potatoes, *J. Agr. Sci.*, **87**, 331-336 (1976).

(10) 田畑健司, 栗原 浩: 馬鈴薯の生育相に関する研究, 第IV報 馬鈴薯の栽植密度決定に関する生態的研究, 日作紀, **31**, 293-296 (1963).

(11) 田畑健司, 栗原 浩: 馬鈴薯の生育相に関する研究, 第VIII報 作季の移動に伴う適栽植密度の決定に関する研究, 日作紀, **32**, 293-296 (1964).

(12) 田畑健司, 高瀬 昇, 栗原 浩: ばれいしょの第1花梗着生部位の高低と収量との関係について, 日作紀, **38**, 53-59 (1969).

(13) 田口啓作, 吉田 稔, 中世古公男, 由田 宏一: ばれいしょの生理生態学的研究, 第2報 乾物生産について, 北大農附農場報告, (7), 33-41 (1969).

- (14) TIMM, H., BISHOP, J. C., SCHWEERS, V. H.: Growth, yield, and quality of White Rose potatoes as affected by plant population and levels of nitrogen, *Amer. Potato J.*, **40**, 182-192 (1963).
- (15) WURR, D.C.E., ALLEN, E. J.: Some effects of planting density and variety on the relationship between tuber size and tuber dry-matter percentage in potatoes, *J. Agr. Sci.*, **82**, 277-282 (1974).

(1983年10月31日受理)