HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ばれいしょの生理生態学的研究 : 第１４報　小全粒種いもの生産力について
Author(s)	吉田, 稔
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 11(3), 309-322
Issue Date	1979-05-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/11926
Type	bulletin (article)
File Information	11(3)_p309-322.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

ばれいしょの生理生態学的研究

第14報　小全粒種いもの生産力について

吉　田　　稔
(北海道大学農学部農学科)

(昭和53年11月8日受理)

Physio-ecological Studies of Potato Plant

XIV. On the productivity of small uncut-seed-tuber

Minoru YOSHIDA
(Department of Agronomy, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

ばれいしょ群落内における生育の個体変動は，子実作物に比較して大きく，それが株当り茎数によって強く左右されていること，そして株当り茎数は種いもの大きさに依存することは既に明らかにされてきた[2,3,6,13,23,25,29,30]。

株当り茎数は種いもばかりでなく，植付期，植付深，栽植密度，施肥ならびに土壌条件など植付に関連する要因，植付後の環境条件および培土，中耕，除草などの栽培管理条件も大なり小なり影響するものと考えられる。また種いもは大きいほど目数は多いが，それらがどのように萌芽するかは，種いもの月齢[9]ばかりでなく，植付前に貯蔵条件からいつ開放され，どのような育芽条件をうけたか，そして植付にあたり切片としたか全粒のまま使用したかなどによって変動すると考えられる。

SALAMAN (1923)[15] は古くに種いもが大きくなるほど漸近線的に塊茎収量が増加し，これにともない90 gm以下の塊茎割合が高くなり，30 gm以下の種いもでは急速に減収することを報告した。川上 (1954)[8] によれば大粒の種いもを切片としたとき塊茎肥大が良好であるとしている。ここで注意すべきことは，肥大が良いことすなわち平均塊茎重の大なることが多収とは限らないことである。肥大の良否は塊茎数を除いて考察できないし，面積当り塊茎体積の増加程度として把握すべきである。WURR (1975)[23] によれば塊茎当り萌芽数と株当り茎数は正の相関があり，種いもが大きいほど主茎数は増加すると報告した。LYNCH ら (1975)[12] も種いもが大きくなるほど主茎数を増加し，全収量と単位面積当り茎数との間には漸近線的関係があり，上いも収量と茎数との間には放物線的関係があると報告している。種いもの大きさ，種いもの型および茎数と収量の関係についてはこのほかにも種々な観点からの報告がある。REESTMAN (1959)[14] は種いもの表面積と主茎数の間に正の相関を見出した。これは小粒塊茎ほど主茎数確保にとって効率的であることを意味している。BREASDALE (1965)[2] は種いもの目数と主茎数とは直接的な比例関係にあると述べ，BREMNER ら (1966)[3] は大きい種いもは小粒塊茎を生産すると述べ，さらに塊茎肥大開始が早く，肥大期間が長いほど高収量になると結論した。IRITANI (1972)[6] は種いもが大きくて茎数が増加した場合に多収となるが，密植によって茎数が増加しても高収量とならないことと，1茎当り種いも重と収量との間に高い相関のあることを見出した。ZAAG (1973)[30] は実際栽培には主茎数が m^2 当り20～25，種いも生産には m^2 当り30の確保が最適であると報告した。上野ら (1968)[21] および山木ら (1972)[26] は塊茎の小粒化には培土とかジベレリン散布によるよりも密植が効果的であるとしている。田畑ら (1974)[19] は半切および全粒種いもによる生育経過に差がないことを報告し，栗原ら (1963)[11] は分枝性の弱い男しゃくいもは競合に弱く密植による効果は小で，多肥を組合わせると密植が有効になると報告した。このように必ずしも主茎数を問題にしない場合も，密植なり種いもの大きさあるいは型によって塊茎数を増加し多収となることを追究しており，中には否定的なものもある。そして佐藤 (1977)[16] は草体が約25 cmまでは種いもの影響

をうけるが，種いも切片が30 gm以上では生育に大差なく，種いもを差引いた純収量では切片の重量が50 gm以上になるとかえって劣ると述べている。

株当り茎数の変異を制御し均様な群落を構成する栽培技術確立のためには，量質の両者とも均一な種いもを使用する必要がある。そしてこのためには種いもを切片として使用することなく，全粒のまま使用すべきであるというのが，これまでの研究からえられた実用的な結論の一つである。したがって整一な群落の形成と早期最適葉面積の確保を前提に，1974年以後は全粒種いもがどの程度小粒なものまで使用できるかについて，種々環境変動を追究することとなった。以下は5年間に行った6種の試験をとりまとめたものである。

本研究を遂行するに当り，渡辺春雄，茂木紀昭，南エツ，村上育子，川瀬信三，石橋英二の諸氏の協力をえたことに深謝の意を表する。

材料と方法

試　験 I.

1. 材料　品種男しゃくいも。

2. 種いも　a. 25～35 gm平均30 gm全粒，b. 35～55 gm平均45 gm全粒，c. 55～65 gm平均60 gm全粒，d. 80～100 gm平均90 gm全粒，e. 110～130 gm平均120 gmを植付3日前に半切（切片重平均60 gm）。これらを20日間ガラス室内で浴光育芽。

3. 植付期　1974年4月30日。

4. 区制　1区3畦，1畦20株，反復なし。

5. 耕種　畦幅70 cm，株間30 cm，その他の耕種条件は標準慣行法による。

6. 調査　各区20個体について塊茎上の目数と萌芽数および地上萌芽数を調査。成熟期の9月5日に1区3畦の中央畦から連続する15株について，株当茎数，塊茎数および塊茎重を調査した。

試　験 II.

1. 材料　品種男しゃくいも。

2. 種いも　20～40 gm平均30 gmの全粒および40～60 gm平均50 gmの半切片。植付前の3週間。浴光育芽。半切作業は植付3日前。

3. 栽植密度　畦幅70 cm，株間15，20および30 cm。ただし半切は株間30 cmのみ。

4. 植付期　1975年4月25日

5. 区制　1区5畦，1畦9 m，3反復乱塊法。

6. 調査　6月18日から2週間間隔で1区3株を掘取り，茎，葉，根および塊茎別に生重と乾重を秤量。他に葉面積，茎長，茎太，塊茎比重を測定。

試　験 III.

1. 材料　品種男しゃくいも。

2. 種いも　20～40 gm平均30 gmの全粒および40～60 gm平均50 gmの半切。植付前に0，3および6週間の浴光育芽。

3. 植付期　1975年4月25日

4. 耕種　畦幅70 cm，株間30 cm。その他は標準慣行法による（以下同じ）。

5. 区制　1区3畦，1畦9 m反復なし。

6. 調査　植付前日に各区20塊茎について頂芽から基部へ向って7個の目の萌芽長を測定。6月20日から8月29日の成熟期まで2週間ごとに1区3株を掘取り，株当り茎数，塊茎数，塊茎重および茎葉乾物重を測定。

試　験 IV.

1. 材料　品種男しゃくいも。

2. 種いも　大きさについてa. 20～30 gm平均25 gm，b. 30～40 gm平均35 gm，c. 40～60 gm平均50 gmで，これらの全粒および半切。全てをガラス室において3週間浴光育芽。

3. 植付期　1976年4月26日

4. 栽植密度　畦幅70 cm，株間30および15 cm。

5. 区制　1区7畦1畦5 mで3反復乱塊法。

6. 調査　6月3日から2週間間隔で1区3株を掘取り，葉，茎，根および塊茎の部位別とし，生重と乾物重を測定。ほかに葉面積を測定し生長解析を行った。

試　験 V.

1. 材料　早生品種男しゃくいもおよび晩生品種紅丸。

2. 種いも　a. 25～35 gm平均30 gmの全粒，b. 45～55 gm平均50 gmの全粒，c. 70～90 gm平均80 gmを半切し平均40 gmの半切片とする。これらを23日間ガラス室で浴光育芽。

3. 植付期　1977年4月26日。

4. 栽植密度　畦幅70 cm株間20および30 cm。

5. 区制　1区5畦1畦23株，3反復乱塊法。

6. 調査　浴光処理期間中に塊茎重量別に目数を調査。6月7日から8月20日まで3週間間隔に1区3株を掘り，葉，茎（根を含む）および塊茎の部位別に生重ならびに乾物重を測定，ほかに葉面積を測定した。

試　験 VI.

1. 材料　品種男しゃくいも。

2. 種いも　a. 25～35 gm平均30 gmの全粒，b. 50～70 gm平均60 gmの半切。ガラス室内で浴光育芽0，

20 および 30 日。

3. 植付期 1976年4月25日

4. 栽植密度 畦幅70cm, 株間10, 20 および30cm。

5. 区制 1区4畦, 1畦30株 (ただし株間10cm区は40株), 乱塊法2反復。

6. 調査 植付前日に萌芽長を測定。萌芽期と萌芽後1カ月における株当り茎数を調査。6月8日から8月31日まで3週間間隔で1区5株を掘取り, 葉, 茎 (根を含む) ならびに塊茎の部位別に生体重および乾物重量を測定。ほかに葉面積を測定し生長パラメータを算出。掘取期ごとに塊茎重量段階別の数量と重量を調査。重量段階は240, 120, 60, 30, 15, 8, 4, 2 および1gの等比的とした。

なお圃場は前作がえん麦と赤クロバーの均平化混作栽培で, えん麦の高刈収穫後赤クロバーを10月下旬に反転すき込みしている。施肥は共通して10a当り, N 7kg, P_2O_5 11kg, K_2O 9kg および MgO 3kg の北海道標準粒状尿素複合肥料を全量植溝基肥とした。

結果と考察

各試験ごとに示すのではなく, 解説上の必要に応じて各年次の成績を随時引用することとした。

1. 育芽による萌芽長

浴光育芽による萌芽の発達は, 育芽期間とその間の温度および光の条件によるばかりでなく, 貯蔵条件さらには収穫前後の条件まで影響すると考えられるが, これら要因の総合的詳細な研究はない。しかし育芽処理の高い効果と実用性から, それは極めて重要なことである。ここにかかげる結果も例示に止まるもので, 年次を重ねてはいるが年次間差異の基因は明らかでない。Fig. 1 は浴光育芽による萌芽の発達を, 植付前日に調査した頂芽から第7番目までの目の萌芽長によって示したものである。一般に頂芽の発達が最も良く, 基部に向って順次生長が劣り, 7番目のものは僅かに生長しただけである。育芽期間はもちろん, 年次によりまた品種によって大きな差異が認められた。育芽期間が同様で年次間に差があるのは貯蔵条件による影響と考えられたが明確ではない。紅丸は同じ育芽条件下でも男しゃくいもに比較して萌芽の発達がはるかに良い。したがって品種ごとに適正育芽条件を検討する必要がある。Fig. 2 に育芽期間の気

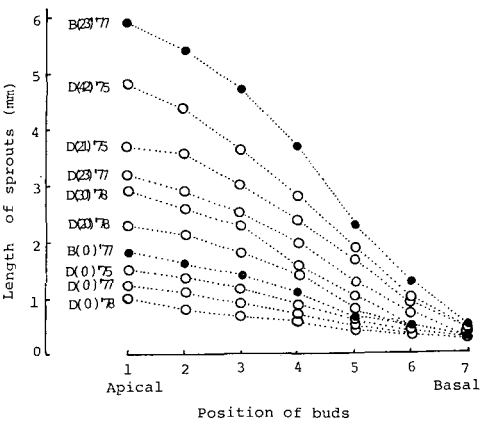


Fig. 1. The length of sprouts for each position of buds on the whole-tubers at the end of the sprout-raising period; D represent var. Irish Cobbler, B, Benimaru, and the figures in parentheses indicate the number of days raised sprouts.

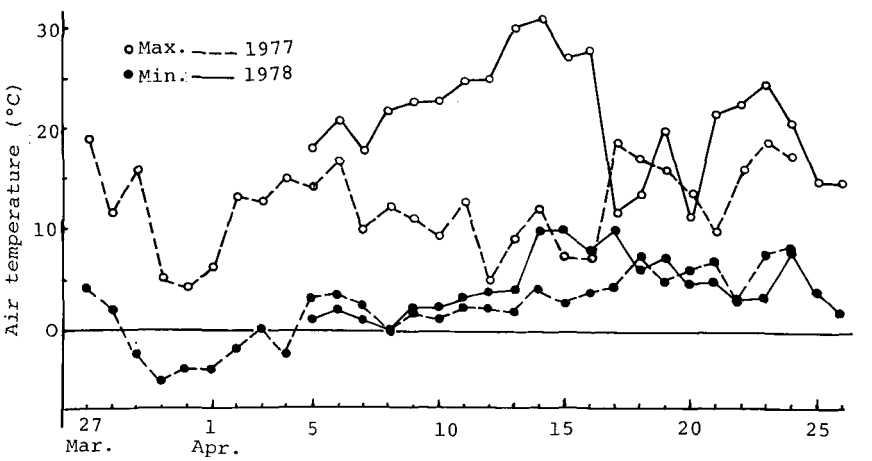


Fig. 2. Air temperature during sprout-raising in a ventilated grass house.

温の変動を示した。比較的通気の良いガラス室で，1977年には最低気温が0°Cを示したのは1日であったが，最高気温は30°Cを越えた日が2日あり危ぶまれたが生理的腐敗もなく，最もすぐれた萌芽に発達した。1978年は全般に低温に経過し，とくに30日処理の初期には最低気温が凍結温度の −2°C以下が，5日にわたって数時間ずつあったが，日中は5°C以上で日変化があったためか凍結腐敗はおこらなかった。しかし全般に低温であったためと，貯蔵庫から出された時に目の動きがほとんどなかったため，萌芽の発達はこれまでの最低であった。このようにして萌芽長は催芽期間の温度と光の積算的影響をうけるとともに，貯蔵条件をも考慮する必要があり，しかも貯蔵中における塊茎の休眠に関連する品種の問題もあるから，総合的体系的調査が必要である。しかし4月に入ればこの地域で凍結するおそれはほとんどなく，20日以上の浴光育芽が可能であり，ビニールハウスなど適当な施設を利用すればより長期の浴光育芽も可能となろう。WRIGHTら(1921)[22]は0°C前後の低温でも変動がある場合は障害が起こらないと報告しているが，この問題は塊茎の質ならびに貯蔵庫内の諸条件とくに光を伴う場合その質などについて興味があり今後検討の余地がある。植付前の萌芽についての研究報告はかなりあり，今後の参考に以下に引用する。TOOSEY(1964)[20]は植付前に萌芽させることによって生育を促進できることを報告した。SHOTTON(1964)[18]は萌芽の生長を平均頂芽長によって示し，MORRIS(1966)[13]は平均萌芽長を測定し，GOODWINら(1969)[5]は最長萌芽長によって発達程度を表わすことを提唱し，WURRら(1976)[24]は塊茎当り全萌芽長を調査した。さらにWURR(1978)[25]は平均萌芽長，平均頂芽長，最長萌芽長および塊茎当り全萌芽長の各測定値間の関係を検討し，塊茎当り全萌芽長が最も有用で，これは萌芽乾物重とも高い相関(r=0.98)があることを確かめた。同時に全萌芽長は貯蔵温度とか測定時期ならびに品種によって大きく変動することを認めた。これらの研究の多くは貯蔵の末期における萌芽の発達が，その後の生育収量にどのような支障をもたらすかということを問題にし，およその結論は多少萌芽しても生育収量に影響はないばかりでなく，かえって生育促進効果があるとするものである。しかし本道のばれいしょ栽培地帯のように貯蔵条件にめぐまれたところでは，さらに積極的にいかにして萌芽を整え生育を促進するかを考える必要がある。ただ問題なのは貯蔵条件を含めて浴光育芽諸条件が，単なる早熟化に止まることなく，生育を延長し多収を結果するために何が最適であるかである。

2. 塊茎の目数と萌芽数および株当茎数との関係

塊茎上の目数は塊茎の大きさによって異なる。Fig. 3によると一般に大きいほど目数が多く，供試2品種とも1 gmですでに5個の目をもち，約20 gmのもので約10まで直線的に増加するが，それ以上では緩やかに増加し，全体的に漸近線的関係がある。そして男しゃくいもより紅丸の方が重量による目の増加程度が大きい。これは塊茎の形状によるもので，男しゃくいもは頂芽部がくぼみ肉眼視できる目数は少なく，紅丸は長形で頂芽部に

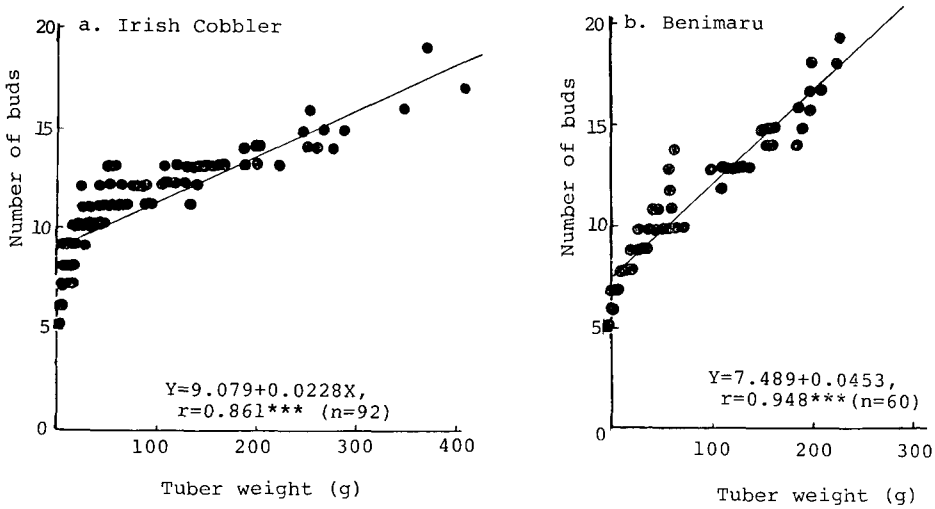


Fig. 3. Relation between tuber weight and the number of eyes on a tuber, 1977.

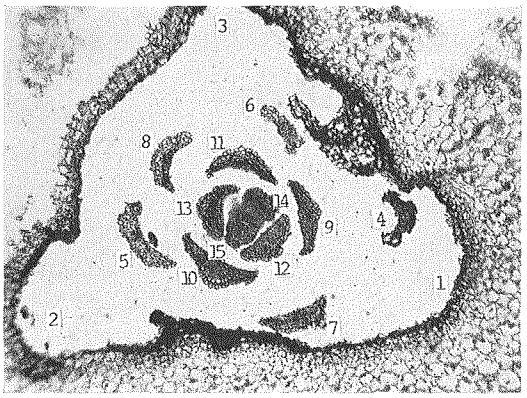


Fig. 4. A transverse section including the growing point of the apical bud (Irish Cobbler); figures indicate the sprout position.

目数が多い。ここで問題なのは頂芽部の目数の数え方である。Fig. 4 にみるように頂芽部は 1.3 mm 方形にさえ 10 以上の目（厳密には鱗片葉）が数えられる。したがって肉眼観察による目数調査は個人差があり不正確となるから，ここに示した結果は 3 mm 方形内の目数を 3 と限定して調査したものである。その根拠は Fig. 4 にみられる真の頂芽部のほかに 3 mm 方形内で発達する萌芽数は 3 の頻度が高かったためである。このことについては種いもの質あるいは休眠現象の考慮を要し，実際栽培上重要であるが検討はさける。

ここで蛇足ながら付言したいことは葉序についてである。ばれいしょの葉序は塊茎上の目の配置も含めて 2/5 とされる[8]。しかし ARTSCHWAGER (1924)[1] は塊茎の形態学的研究から 5/13 説を唱えた。つまり葉あるいは目は 13 列の直列線上にあり，相隔たる 13 番目の葉あるいは目が同一直列線上に位することになる。郡場 (1956)[10] によれば，この開度を表わす分数は SCHIMPER-BRAUN'S law として知られる級数からなり，1/2, 1/3, 2/5, 3/8, 5/13, 8/21 の極限開度は $(3-\sqrt{5})/2$ で，これを角度になおすと 137°30′29″ 弱となる。この角度で葉あるいは目は無限に重ならない。さきに示した Fig. 4 をみると開度は 2/5 でも 5/13 でもなく重なるものはないことが分る。これは初めに生長点から第 1 の隆起が表われつぎに全く反対の位置にあたかも 1/2 のように表われる。イネ科植物においてはこれを繰返すことになるが，ばれいしょ，てんさい，ばらなどでは，この 2 隆起のなす軸の側方の左右いずれかに第 3 の隆起が表われ左巻か

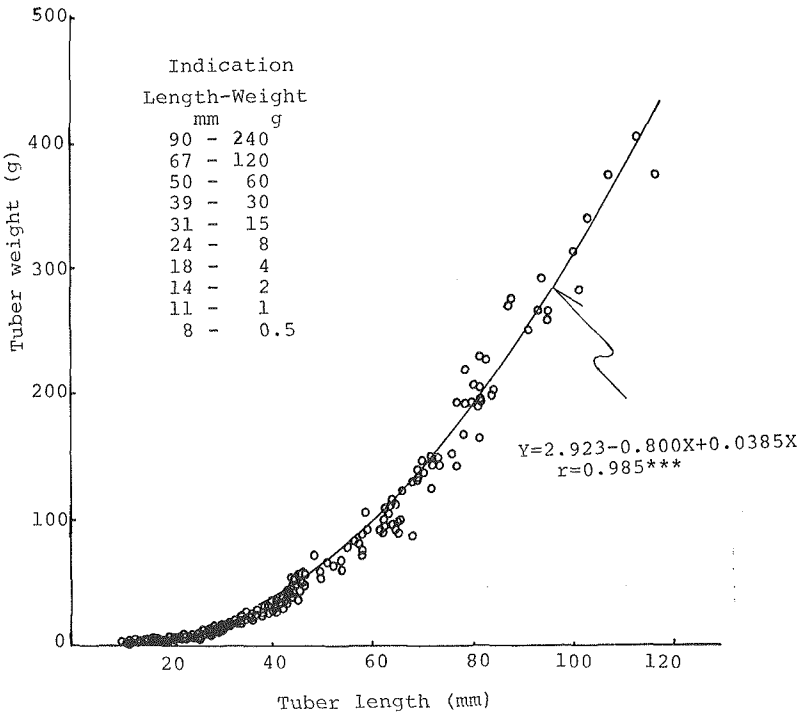


Fig. 5. Correlation between tuber length and tuber weight; var. Irish Cobbler, $n=130$, 1977.

右巻かが決定し，その後は前2者の間に表われることを繰返すことによって，葉が重なることのないようになっていると考えられる。さらに付言すれば塊茎上の目の巻性は左右ほぼ同数あり，左巻の塊茎からも左右同数の塊茎を産する。

塊茎の大きさは欧米では長さで表わす場合が多い。選別は径による機械的方法であるから合理的のようであるが，品種による塊茎形状の大きな差異を考えれば重量基準がまさるといえる。わが国では生産から流通まで重量階級が用いられるが，選別はほとんど径によっているため時には不合理となる。Fig. 5 は男しゃくいもにおける塊茎の長さ（頂基径）と塊茎重との相関関係を示した。これには曲線回帰式がよくあてはまる。

つぎに問題なのは目数と萌芽数および株当り茎数との関係である。Fig. 6 にみるようにこれら3要素間にはほぼ直線的関係があり，目数の多いものほど萌芽数も地上萌芽数すなわち株当り茎数も多い。しかし塊茎上の目は浴光育芽してさえ全てが発達すると限らないばかりでなく，植付後萌芽のうち数本は地上萌芽しない。これについては最近 WURR (1976)[24] が萌芽数と株当り茎数とほぼ等しかったと報告しており，萌芽の取扱い，植付条件および品種などによって異なると考えられ検討の余地がある。それら要因のうち植付が深いほど地上萌芽が抑制され塊茎数が減少することについては本研究の第12報[28]において報告した。またこの結果は全粒種いもの場合で，一般に行われる半切の場合は切り方のいかんつまり人為的要素によって大きく左右され，浴光育芽によって多くの目が発達しても2以上の切片にすれば株当り茎数確保にはつながらない。

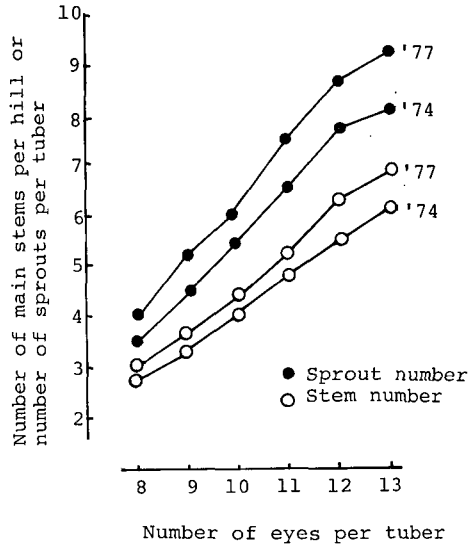


Fig. 6. Relations among the number of eyes per tuber with tuber size until 120 gm, the number of sprout beyond 2 mm on the former at the planting time and the number of main stems per hill.

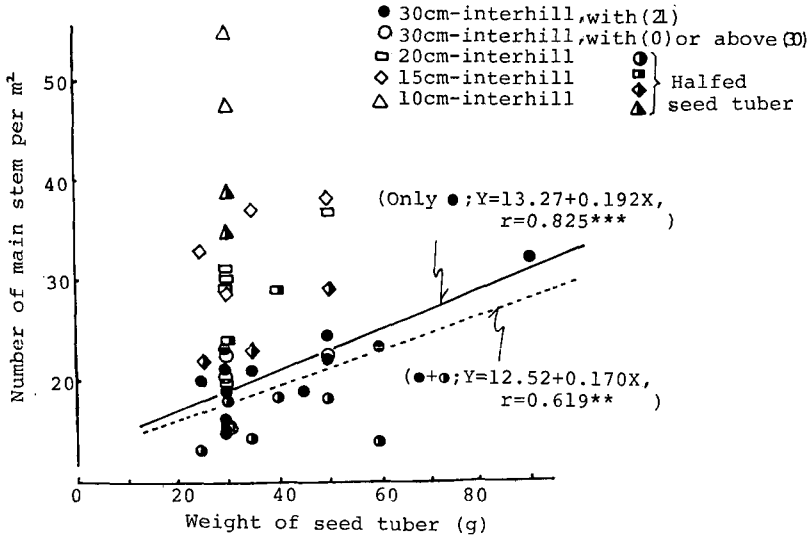


Fig. 7. Relation between the weight of seed tuber and the number of main stem per m², including Exp. I–VI; figures in parentheses of explanations on symbols indicate the period of sprout-raising.

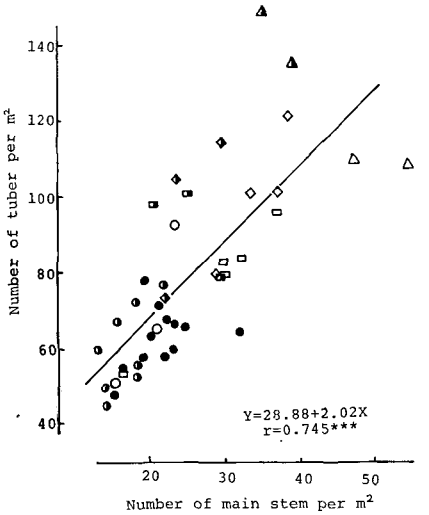


Fig. 8. Relation between the number of main stem per m² and the number of tuber per m²; symbols are the same with Fig. 7.

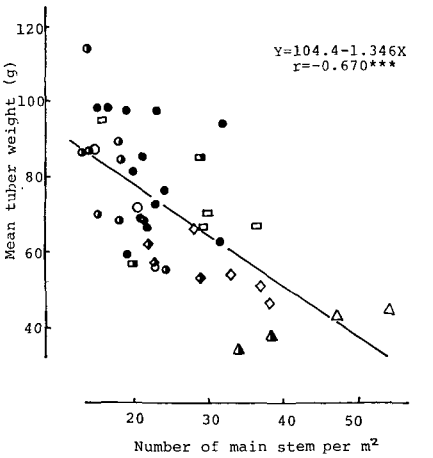


Fig. 9. Relation between the number of main stem per m² and the mean tuber weight. Symbols are the same with Fig. 7.

3. 種いもの大きさ，主茎数，塊茎数および塊茎収量の相互関係

5年間42試験区の平均値を通じて，種いもの大きさと一定面積当り主茎数との関係を示すと Fig. 7 のとおりである。全体では相関関係は認められないが，20日または21日間浴光育芽し，畦幅70 cm，株間30 cmの区に限れば，種いもが全粒の場合に重量と茎数との間で極めて高い正の相関係数 (0.825, 0.1% 水準で有意) がえられ，これに同じ条件で半切のものを加えても5% で有意な相関係数がえられた。これ以外のものは種いも重量に関係がなく，茎数を強く増加する要因として株間の短縮による密植があり，それを弱くする要因として浴光育芽日数の増加がある。密植により株当り茎数はある程度減少する傾向にあるが，茎数確保の上では種いも重量とともに強力な要因であるといえる。

一方茎数と塊茎数の関係は前者と同様に全ての試験区を含めて示すと Fig. 8 のとおりである。前者と異なり極めて高い相関係数がえられ，両要因については種いもの大きさ，種いもの型 (全粒と半切)，株間，浴光育芽ならびに年次のいかんを問わず一定の関係があることを示唆している。すなわちいかなる手段によっても主茎数を増加すると塊茎数はほぼ直線的に増加する。

主茎数と平均塊茎重の間には Fig. 9 に示すとおり有意な負の相関関係があり，これは Fig. 10 に示すように塊茎数と平均塊茎重との間には完全に近い負の相関関係

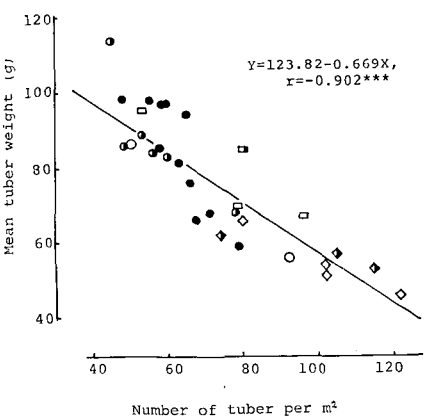


Fig. 10. Relation between number of tuber per m² and mean tuber weight; symbols are the same with Fig. 7.

があるためである。これらについても種いもの大きさ種いもの型，浴光育芽日数，株間ならびに年次について例外的なものはなかった。

主茎数と収量との間には Fig. 11 にみるように有意な正の相関関係があるが，相関係数は低い。しかしこれらから1978年の株間10 cmの場合だけ除外すると極めて高い相関係数 (r=0.615, 0.1% で有意) がえられる。1978年における株間10 cm区の相対的に低い値は，当年が高温年次であったことに加えて，多茎による増収効

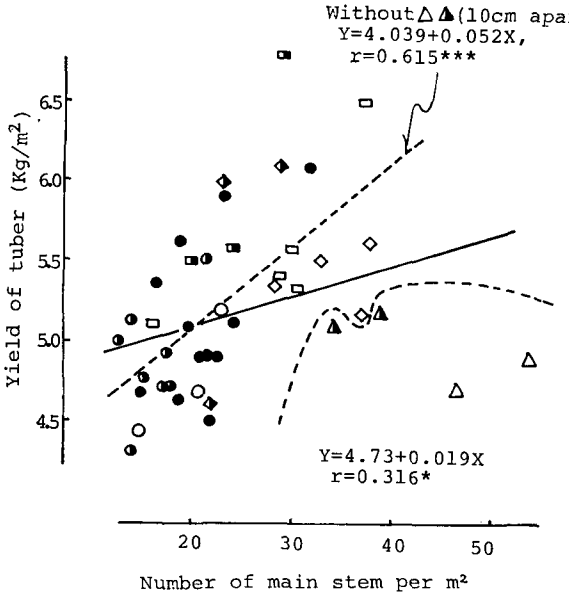


Fig. 11. Relation between the number of main stem per m² and the yield of tuber; symbols are the same with Fig. 7.

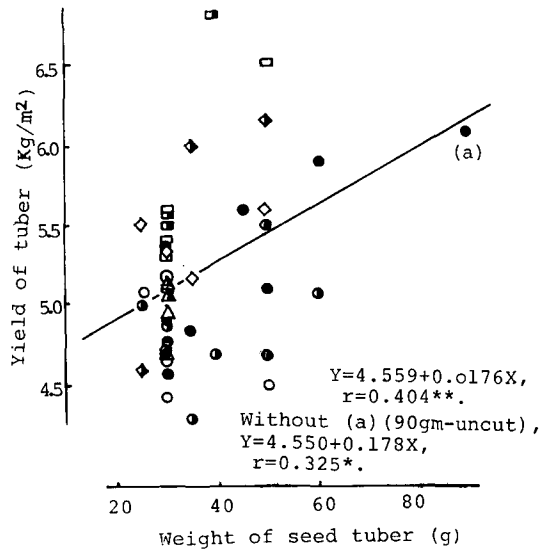


Fig. 12. Relation between the weight of seed tuber and yield of tuber; symbols are the same with Fig. 7.

果としての塊茎体積増大が，8月上旬以後の倒伏による群落の乱れで抑制されたためである。いずれにしても m² 当り 35 茎を超えると，高次位生長の抑制，早期相互遮蔽による光合成能力低下，落葉ならびに病害による減収の危険性が大となるといえよう。Fig. 10 に示した塊茎数と平均塊茎重との連鎖的関係は，収量一定的傾向を示唆するものであるが，Fig. 11 にみるように多茎となるほど多収の傾向が明らかであり，多茎に導く育芽，全粒種いもの使用あるいは密植などが増収の有力な方法となる。

株当り茎数を増加するには大粒の種いもを使用することが最も手近な方法であろう。Fig. 12 にみるように種いもの大きさと収量の間には低いながらも正の相関係数 (r=0.404, 1% で有意) がえられるが，これらから 1974 年の 90 gm 全粒種いもの場合を除くと，さらに低い値 (r=0.325, 5% で有意) となり，1 切片あるいは全粒の重量が 25～60 gm の範囲の種いもを用いる限り，種いもの大きさが収量に及ぼす影響はほとんど度外視してよい。そして種いも使用量を考慮した経済収量を比較すれば，個体として十分生育する 30 gm 前後の小全粒種いもを使用すべきであるという結論がえられる。ただし小全粒で十分な株当り茎数を確保するには適正な育芽を行う必要がある。

茎数および塊茎収量に及ぼす種いもと株間の影響について，偏相関係数によって検討してみた。種いも重を X_1，株間を X_2 そして m² 当主茎数を Y とすると偏相関係数は X_1X_2: Y=0.447, X_1Y: X_2=0.390 そして X_2Y: X_1=−0.809 で茎数に及ぼす株間の影響が種いも重のそれに比較して大きく，その重相関係数は 0.810 と極めて高く，$Y=42.43+0.18X_1-1.027X_2$ の関係式がえられた。また塊茎収量を Y とし同様にして求めると，X_1X_2: Y=0.413, X_1Y: X_2=0.512 そして X_2Y: X_1=−0.440

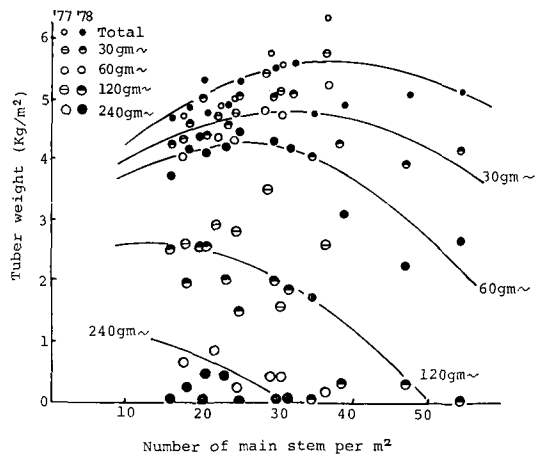
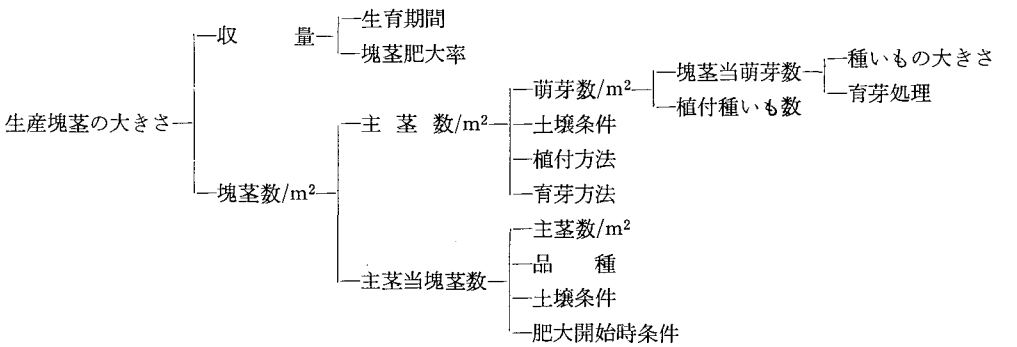


Fig. 13. Tuber weight distribution affected with different stem number per m².

であり，収量に対して株間も種いも重もほぼ同様に関連していることを示し，その重相関係数は前者と同様に有意であるがやや低く 0.570 で，$Y=5.127+0.022\,X_1-0.031\,X_2$ の関係式がえられた。

4. 塊茎の重量分布

本試験の一つの目的は，種いもの選択，育芽，早植ならびに良好な植付条件の準備など実際に生育が始まる以前の諸操作が，その後の生育と収量にいかに大きく影響するかを立証することであり，これによってある程度多数の茎数を整え，塊茎数を多くし多収をはかりつつ，商品価値のある塊茎の生産率を高めようとするものである。Fig. 13 は5年間にわたる6試験のうち収穫物の重量分布を調査した2種の試験の結果をまとめたものである。食用ばれいしょに用いられる重量段階は統一を欠き町村ごとに異なる。ここで用いたのは最も一般的でしかも等比級数的なものである。栽植密度と種いもの型を含めて，m² 当主茎数がほぼ 40 までは主茎数が増加するほど全収量が増加し，30 までは 240 gm 以上の大粒塊茎の出現を含め 60 gm 以上の塊茎重割合も 80% を超えるが，30 を超えると 240 gm 以上のものがなく，小粒塊茎の割合が急速に増加し，40 を超えると 120 gm 以上のものさえほとんど出現しなくなり，60 gm 未満の割合は 40% 以上を占めてくる。ZAAG (1973)[30] は生産塊茎の重量分布を支配する要因について整理し，つぎのように示した。



ここに強調されていることは，適切な育芽と良好な土壌条件が主茎数確保につながるということである。そして本試験の結果とあわせていえることは適当な主茎数を調製することによって，積極的に重量分布を制御できるであろうということである。

5. 主茎数と生育

本報告は塊茎上の目数，萌芽の生長，株当り茎数，塊茎着生数ならびにその発達を中心にとりまとめたが，それらをもたらした生育について，4年次にわたって行った生長解析的調査結果に基づき概略を述べる。図示の簡略化のため Fig. 14～17 には各年次の対照区にあたる，畦幅 70 cm 株間 30 cm に 30～50 gm の半切種いもを植付けたものと，株間 15 cm あるいは 20 cm の密植条件に 25～35 gm の全粒種いもを植付けたもののみ用い他は割愛した。Fig. 14 は葉面積示数 (LAI) の推移であるが，一般に7月中旬に最大値となり，8月に衰退する経過をたどる。しかし最大値とその時期，6月の上昇程度，7月の高い値の維持程度，8月の低下速度などの年次による差異は極めて大きく，これに比較すれば年次内区間差異は小さい。1975 年の全粒種いも区と 1978 年は

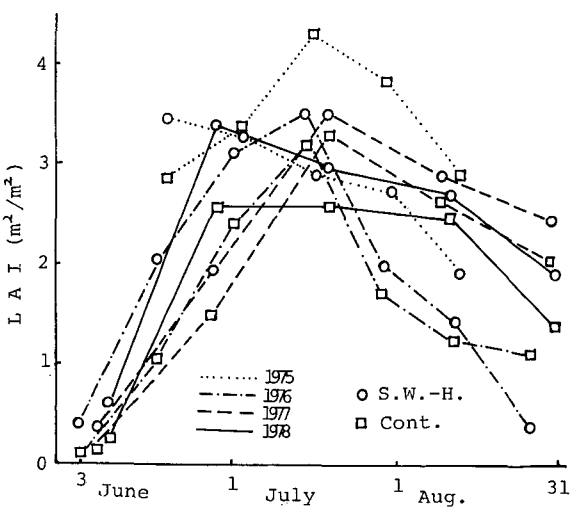


Fig. 14. Seasonal changes on the LAI with eight experimental plots during four years. S. W.-H means the plot planted at narrow intra-row-spacing with small-uncut-seed tubers.

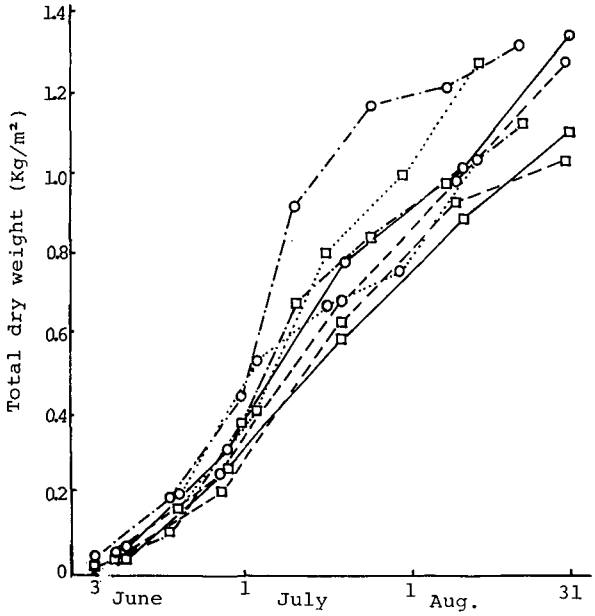


Fig. 15. Seasonal changes on the total dry weight per m² with eight experimental plots during four years. Symbols are the same with Fig. 14.

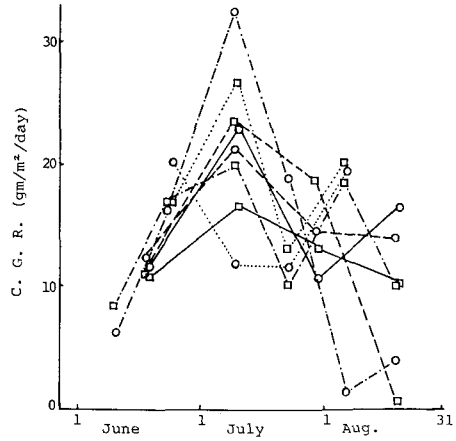


Fig. 16. Changes on the CGR with eight experimental plots during four years; symbols are the same with Fig. 14.

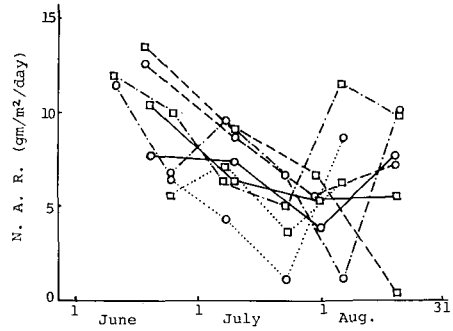


Fig. 17. Changes on the NAR with eight experimental plots during four years; symbols are the same with Fig. 14.

比較的長期間にわたって最適に近い葉面積 (LAI 3.0 前後) を維持し，その他は7月に高い値に達した後急速に低下した。またいずれの年次も全粒種いもの場合が半切種いもの場合に比し6月の値が高く，早期葉面積確保にとって全粒種いもによる多茎株構成の効果が認められた。7月ならびに8月の値も1975年を除き全粒種いもの場合が高い傾向を示した。1975年の半切種いもの場合の高い値は良好な育芽条件によると考えられる。いずれの年次も浴光育芽処理と4月末の早植条件にかかわらず，8月末，時には9月上旬まで有効な葉面積を残し，すでに知られている早熟化は認められなかった[17]。管理条件さえよければ生育期間の延長が可能で，それだけでも増収を果たすことが出来る。しかしほとんどの年次に9月は多雨で塊茎腐敗を発生しやすいから，8月末に枯凋することが望ましい。

Fig. 15 は全乾物重の推移である。これは前記の LAI における年次間ならびに区間差異に対し，極めて画一的直線的である。これはばれいしょの乾物生産にとって気象要因がいかに適合しているかを示すものであり，その意味では早生品種の全乾物収量が5月から8月まで4カ月間の総投射熱量によって左右され，塊茎収穫率がどの程度かが問題となるが，この点は別の機会に検討する。

Fig. 16 に個体群生長速度 CGR を示した。一般的傾向として7月に高く8月に低いが，これと逆の行動をとった区もあり，ほかに急速な変動をした区も含まれ，それらと全乾物重の推移あるいは収量との間には相関関係が認められなかった。Fig. 17 は純同化率 NAR の推移である。一般に初めに高く次第に低下した。CGR に比し年次間ならびに区間差異は小となるが，8月に再び高い値をとるものがあり，しかもそれらが乾物生産あるいは収量との間に相関関係がなかった。試料数は乾物重あるいは収量を判断するのに十分であっても，これら生長パラメータを正当化するには，不十分なのかもしれない。

6. 品種紅丸 (1977年次) の行動

品種紅丸の塊茎重と日数の関係ならびに浴光育芽による萌芽長についてはすでに記述したが，その他生育収量のうちいくつかを略記する。同じ育芽条件でも紅丸の塊茎は男しゃくいもに比較して萌芽の生長が早く，植付時の萌芽長が長くなるばかりでなく，植付後の伸長も地上萌芽も早い。浴光育芽日数3週間で地上萌芽に要する日数が，男しゃくいもの約22日に対し紅丸は約19日であった。LAIは7月末まで男しゃくいもと大差ないが，男しゃくいもにおいて8月の葉面積の維持いかんが乾物生産量および収量を左右するのに反し，紅丸においては7月下旬から8月上旬の葉面積拡大が著しいという特徴がある。区間に有意な差はなく，8月9日に全区で5.9以上の極めて高い値に達し，8月下旬から衰退して典型的な単頂曲線を示した (Fig. 18)。全乾物重は男しゃくいもに類似して直線的増加を示し，7月19日以後に有意な区間差があり，株間が20 cmの場合に30 cm区より高い傾向があり，種いもの型による差は葉面積の場合と同様に明らかでなかった (Fig. 19)。塊茎収量も直線的増加を示し，有意な区間差はなく前者と同様に密植で多収

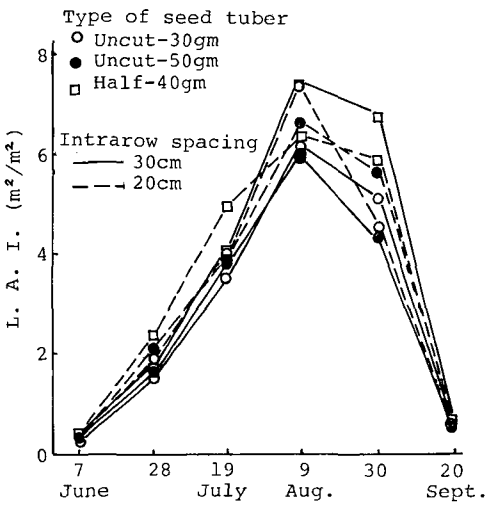


Fig. 18. Changes on the LAI of var. Benimaru.

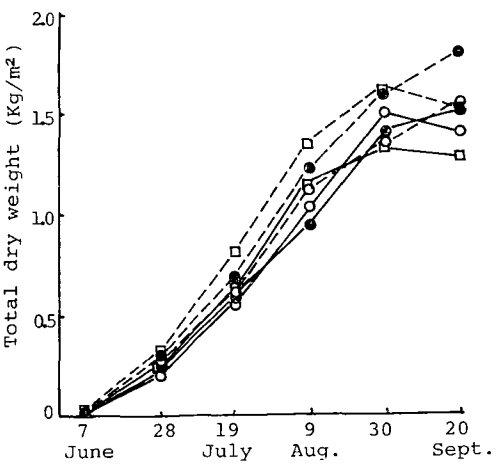


Fig. 19. Changes on the total dry weight of var. Benimaru; symbols are the same with Fig. 18.

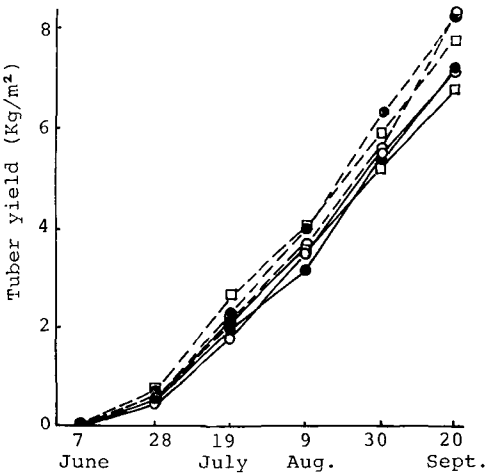


Fig. 20. Changes on the tuber yield of var. Benimaru; symbols are the same with Fig. 18.

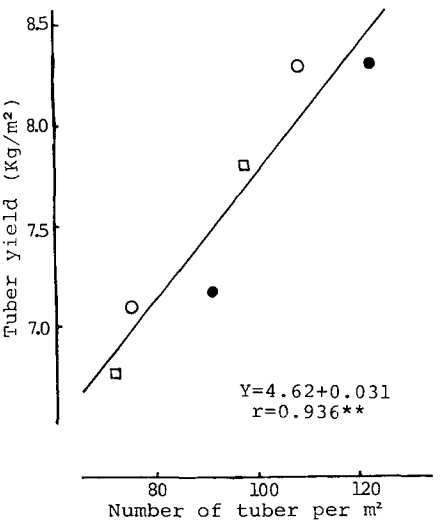


Fig. 21. Relation between the number of tuber and the tuber yield with var. Benimaru. Marks are the same with Fig. 18.

の傾向があり，種いもの型による差は有意でなかった (Fig. 20)。単位面積あたり主茎数と塊茎数の間には高い相関係数 ($r=0.945$, 1% で有意, $Y=27.08+2.70X$) がえられ，塊茎数と塊茎収量との間にも高い相関関係 (Fig. 21) が認められた。これらのことから紅丸においても男しゃくいもの場合と同様に，全粒種いもでしかも 30 gm 前後の小粒を用い，浴光育芽を適切に行うことによって株当り茎数を整え，生長の株間変異を小にし，葉面積の確保をはかることによって，少なくとも半切種いもに劣らない生育と収量がえられ，肥大期間が延長された分だけ増収となるといえる。なお生長パラメータについては品種男しゃくいもとおよそ類似するが，晩生品種としての特異点もあり別な機会に検討する。

論　　議

これまでの試験によって，ばれいしょの生育あるいは乾物生産能力は，種いも，植付諸条件および栽植密度によって影響をうけるが，それ以上に生育季節によって大きく左右されることが明らかにされた。そしてこの地域において早生品種男しゃくいもを標準条件で栽培し，10 アール当り 1.5 t 前後の乾物生産が行なわれ約 6 t の塊茎収量が達成される。その基本条件は他作物にみられるような金肥の多用ではなく，早期に多数の主茎を地上萌芽させることにある。早期に地上萌芽するには早期に低温貯蔵条件から開放し，十分育芽し，早植することである。多数の地上萌芽を期するには十分に育芽したものを全粒植えすることと密植を行なう。ばれいしょの生育は他の作物と異なり地上萌芽後の生育は極めて急速である。しかし植付後は生育最適条件下にありながら地上萌芽までに 25 日前後を要している。可及的速かに地上萌芽させる手段を構ずべきであるが，極端な育芽は萌芽に傷害を与え機械植えも困難である。したがって地域ごと，品種別の浴光催芽技術の確立が望まれる。貯蔵条件から計画的に早目に開放し，光条件を良好にして萌芽を抑制しながら育芽する。幸にしてこの地域の貯蔵条件は植付時期に全品種とも休眠はなく，浴光催芽により頂芽優勢をある程度保持しながら，多くの目に萌芽の生長を期待できる (Fig. 1)。このように休眠はないが目によって萌芽生長が異なり，休眠と萌芽の抑制状態との間には理解に混乱をきたす面がある。塊茎は肥大しながら目を増加し，頂芽が最も新しく，収穫直後に正常塊茎で萌芽は約 0.3 mm 未満であるが，低温貯蔵条件でも常に細胞を増加し生長し続けているから，休眠とは相対的生長速度の差異をさすといえる。塊茎上の目の数は塊茎の大きさによって異なり，塊茎の形すなわち品種によっても異なる (Fig. 3)。そして本報告で結論的にその使用を提唱した約 30 gm の小全粒塊茎にも 9 ないし 10 の目をもち，浴光催芽によって約 7 の萌芽生長をみるが，実際に植付後地上萌芽するのは約 4 茎に止まる。もし株当り茎数 5 を望むなら約 50 gm の全粒種いもを必要とするかもしれない (Fig. 6)。しかしこれは浴光育芽の具体的方法について検討すればさらに改善されよう。株当り茎数の確保には半切種いもでなく全粒を用いるべきである。全粒を用いることによって主茎数増加ばかりでなく，株間変異の小さな整一群落を期待できる。そのほか半切作業を削除し機械植えの精度が高まるという利点は触れるまでもない。種いもの大きさと収量についての報告は既述のように多くあるが，それらは大きさの単一要因で扱い，萌芽数は大きさばかりでなく質的条件によって著しく異なることを度外視している。植付直前における種いもの質を，貯蔵末期から催芽期間にかけて適度に調整して，萌芽数の確保を指向する必要がある。株当り茎数の増加にともなう m^2 当り主茎数の増加により，塊茎数を増加して多収をはかることが可能となるが，株間を短縮し茎数を増加することによっても同様の結果となる (Fig. 7–12)。

茎数がある限界まで増加するとき，多収となるほど小粒塊茎の割合が高くなる。たとえば m^2 当り主茎数が 30 を越えると 240 gm 以上の塊茎がほとんど表われなくなり，40 をこえると 120 gm 以上のものさえほとんどみられなくなるだろう。これは種いもの操作と植付方法のいかんによって，重量分布を制御できることを意味している。

摘　　要

小全粒種いもの生産力を明らかにするため，1974～8 の 5 年度にわたり 6 種の試験が行われた。小全粒種いもを用いたのはつぎの理由による：(a) 株当り茎数の変動をできるだけ少なくし整一な群落を期する，(b) 株当り茎数を適度に多くし多収をはかる，(c) 種いも消費量を少なくする，(4) 機械植による株間の変動を最小限にする。5 年間を通じて早生品種男しゃくいもを用い (1977 年は晩生品種紅丸も用いた)，種いもの大きさ，種いもの型，浴光育芽期間および栽植密度の組合せ試験区を設定し，萌芽の発達，株当り茎数および重量段階別収量などの調査ならびに生育解析的調査を行なった。結果の主なものはつぎのとおりである。

1. 浴光育芽は植付前予措として推奨されるが，茎数

確保のためにも有効である。2～5 mm の強剛な萌芽長の達成には，育芽期間，その期間における温度と光条件ならびに種いもの貯蔵条件が影響する。

2. 塊茎が大きくなるほど目数は漸近線的に増加する。紅丸は塊茎が長だ円形のため男しゃくいもに比較して目数が多い。萌芽数は目数によって規制され，株当り茎数は萌芽数によって強く左右される。

3. 塊茎収量は株間あるいは種いもの大きさによって株当り茎数が増加するほど漸近線的に増加し，全粒種いもを用いた試験区における株当り茎数と塊茎収量との間には，極めて高い相関関係 (r=0.825, 0.1% 有意) があった。面積当り塊茎数は面積当り茎数との間に極めて高い相関関係 (r=0.745, 0.1% 有意) がえられ，一方株当り主茎数と平均塊茎重の間には強い負の相関関係 (r=−0.670, 0.1% 有意) がえられた。

4. 塊茎収量を重量段階別に調査した結果，単位面積当り主茎数の増加にともない，大粒塊茎の割合が減少した。すなわち m^2 当り主茎数が約 30 本までは 240 gm 以上の大粒塊茎を含み，60 gm 以上の大きさの収量割合も 80% を超えるが，約 30 本を超えると 240 gm 以上の塊茎に発達することなく，小粒塊茎の割合を急速に増加し，約 40 本を越えると 120 gm 以上の塊茎さえ出現しなくなり，60 gm 未満の割合が 40% 以上になる。

引用文献

1. ARTSCHWAGER, R.: Studies on the potato tuber, *J. Agr. Res.*, **27**: 809-835. 1924
2. BREASDALE, J. K. A.: Relationships between set characters and yield in maincrop potatoes, *J. Agr. Sci. Camb.*, **64**: 361-366. 1965
3. BREMNER, P. M. and TAHA, M. A.: Studies in potato agronomy. I. The effect of variety, seed size and spacing on growth, development and yield, *J. Agr. Sci.*, **66**: 241-252. 1965
4. GOODWIN, P.: The growth of the potato, p. 63-71. J. D. IVINS and F. L. MILTHORPE, ed., 1963
5. GOODWIN, P., BROWN, A., LENNARD, J. H. and MILTHORPE, F. L.: Effect of centre of production, maturity and storage treatment of seed tubers on the growth of early potatoes. I. Sprout development in storage, *J. Agr. Sci.* **73**: 161-166. 1969
6. IRITANI, W. M., THORNTON, R., WELLER, L. and O'LEARY, G.: Relationships of seed size, spacing, stem numbers to yield of Russet Burbank potatoes, *Am. Potato J.*, **49**: 463-469. 1972
7. 伊藤正輔：馬鈴薯，p. 343-349. グリーンダイセン普及会，札幌，1977
8. 川上幸次郎：馬鈴薯通論，p. 324. 養賢堂，東京，1948
9. 川上幸次郎：農学大系「馬鈴薯編」，p. 332. 養賢堂，東京，1954
10. 郡場　寛：植物の形態，p. 265. 岩波書店，東京，1956
11. 栗原　浩・西川広栄・田畑建司・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. V. 栽植密度に対する馬鈴薯の生態反応，東北農試研報 **28**: 143-200. 1963
12. LYNCH, D. R. and ROWBERRY, R. G.: Population density studies with Russet Burbank, I. Yield/stem density models, *Am. Potato J.*, **54**: 43-56. 1977
13. MORRIS, D. A.: Intersprout competition in the potato. I. Effects of tuber size, sprout number and temperature on sprout growth during storage, *Eur. Potato J.*, **9**: 69-85. 1966
14. REESTMAN, A. J. and DEWIT, C. T.: Yield and size distribution of potatoes as influenced by seed rate, *Neth. J. Agr. Sci.*, **7**: 257-268. 1959
15. SALAMAN, R. N.: The determination of the best method for estimation potato yields, together with a further note on the influence of size of seed on the character and yield of the potato, III, *J. Agr. Sci.*, **13**: 361-389. 1923
16. 佐藤　亮：「馬鈴薯」，p. 349-360. グリーンダイセン普及会，札幌，1977
17. 島　善隣・伊藤正輔：ジャガイモの浴光催芽栽培法，農及園，**20**, 306-308. 1955
18. SHOTTON, F. E.: Storage conditions affecting the sprouting of seed potatoes and their yield. I. Comparison of seed potato stores, *Exptl. Husb.*, **11**: 1-9. 1964
19. 田畑建司・雨宮健蔵・西村政芳・秋元喜弘：小粒種薯の生産とその種薯価値，農業技術，**29**. 554-557. 1974
20. TOOSEY, R. D.: The pre-sprouting of seed potatoes: factors affecting sprout growth and subsequent yield, I. *Field Crop Abst.*, **17**: 161-168. 1964
21. 上野賢司・浅間和夫・村上紀夫・金子一郎：機械化栽培のための小粒種いもの生産に関する試験，北農，**35**: 6-13. 1968
22. WRIGHT. R. C. and TAYLOR, G. F.: Freezing

injury to potatoes when undercooled, *U. S. Dept. Agr. Bull.*, 916. 1921

23. WURR, D. C. E.: Relationships between sprouting characters and stem development in two maincrop potato varieties, *Potato Res.*, **18**: 83-91. 1975
24. WURR, D. C. E. and ALLEN, E. J.: Effects of cold treatments on the sprout growth of three potato varieties, *J. Agr. Sci.* **86**: 221-224. 1976
25. WURR, D. C. E.: Studies of the measurement and interpretation of potato sprout growth, *J. Agr. Sci.*, **90**: 335-340. 1978
26. 山木貞一・及川邦男・久木村久: ばれいしょ小粒いもの生産方法とその栽培についての試験, 北農, **39**: 28-37. 1972
27. 吉田 稔: ばれいしょの生理生態学的研究, 第11報, 茎葉部の次位別生長について, 北大農場報告, **19**: 23-40. 1974
28. 吉田 稔: ばれいしょの生理生態学的研究, 第12報, 植付の深さと塊茎着生分布, 北大農場報告, **20**: 32-41. 1977
29. 吉田 稔・渡辺春雄・白井和栄: ばれいしょの生理生態学的研究, 第13報, 茎数調整した群落の生産力について, 北大農場研究報告, **21**, 18-28, 1978
30. ZAAG, D. E.: Potatoes and their cultivation in the Netherlands, p. 72, Wageningen. 1973

Summary

To make clear the productivity of small uncut-seed-tubers six experiments between 1974 and 1978 were conducted. Small uncut-seed-tubers were utilized from following reasons; (a) suppressing as possible the fluctuation for the number of main stem per hill and anticipating uniform populations, (b) increasing properly the number of main stem per hill and devising high yields of tuber, (c) controlling the amount of consumption on the seed tuber, and (d) raising the precision of mechanical plantation. Using an early cultivar, Irish Cobbler, through five seasons, and also an later cultivar, Benimaru, at only 1977, experimental plots combined the factors consisting of the seed tuber size, the type of seed tuber, the period of green-sprout-raising and the intrarow spacing were prepared. And investigations of the sprout development, the stem number of hill and the weight distribution of tuber yield, and the growth analytical investigations were carried out. Results obtained were as follows.

1. Green-sprout-raising have been recommeded as a method for the preparation of seed tuber before planting, also have an effect on the securrence of stem number per hill. But a raised-sprout is affected by many factors like the period of raising, conditions of air temperature and light during the sprout raising, and the storage condition of seed tuber to attain an avairable length from 2 to 5 mm and solid sprouts.

2. The number of eyes on a tuber increased asymptotically with increase the tuber size. By reason of a elliptical tuber type, Benimaru have relatively more buds than Irish Cobbler. The number of sprouts were influenced by the number of eyes on a tuber, and the number of main stems per hill were controlled severely by the number of sprouts on a tuber.

3. Tuber yields increased asymptotically with increase the number of main stems per hill by increasing the size of seed tuber and restricting the intrarow spacing. It was obtained a high correlation ($r=0.825$, significant of 0.1% level) between the number of main stem per hill and the tuber yield with traits utilized small uncut-seed-tuber. The number of tubers per m^2 highly correlated with the number of main stem per m^2 ($r=0.745$, significant of 0.1% level), on the other hand, it was found high negative correlation ($r=-0.670$, significant of 0.1% level) between the number of main stem per hill and the mean tuber weight.

4. With increase the number of main stem on a constant area, per cent of rather large tubers decreased; in the case of a range until 30 of the number of main stem per m^2 it was harvested tubers beyond 240 gm, and yields of tuber exceeded 60 gm surpassed 80% of total yields, but on the range from 30 to 40 of the number of main stem per m^2 it was not obtained tubers exceeded 240 gm, and increased rapidly the ratio of small tuber below 60 gm. Moreover, if the number of main stem per m^2 exceeded about 40, even tubers beyond 120 gm were not harvested, and the ratio of small tuber below 60 gm should be reached above 40%.