

## ばれいしの生理生態学的研究 (15)

誌名	北海道大学農学部農場研究報告 = Research bulletin of the University Farm Hokkaido University
ISSN	03856445
巻/号	23
掲載ページ	p. 29-39
発行年月	1983年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## ばれいしょの生理生態学的研究

### 第 15 報 不規則な株間が生育収量に及ぼす影響

吉田 稔

(北海道大学農学部農学科食用作物学教室)

#### 緒 言

他作物におけると同様に、ばれいしょ栽培の機械化も目覚ましい進歩を遂げ、投下労力の最も少ない作物の一つとなっている。畜力や手作業に依存していた時代に比べ、耕起、碎土、整地、畦立、培土、除草、防除などの作業は、早くなっただけでなく良好になった。しかし収穫作業に伴う打傷、切傷、皮むけは重大な問題となっており<sup>10)</sup>、株間は植付機の調整にもかかわらず変動の甚しいものである。株間の変動は耕起整地の方法、土壌の物理性、土壌水分、土塊の有無と多少、種いもの大きさや全粒と切片の混合程度、切片の切断方向や切断回数などの要因も関係すると考えられるが、何よりも重要な要因は SMITH<sup>9)</sup> が指摘しているように適切な走行速度が守られていないことによるものである。そして株間の変動は、これまでに栽植密度として取扱われている文献に明らかのように、生育と収量に大なり小なり影響を及ぼすに違いない<sup>1,2,3,4,5,6,7,14,15)</sup>。

北海道内の主要ばれいしょ生産地の株間を見ると、これに対する注意がほとんど払われず、経営規模の拡大が図られるほどに、益々おろそかにされている状況にあり、試験研究と実際面との距りが感じられる。

前報<sup>14)</sup>において生育収量および重量分布ないしは規格別収量が、栽植密度によって強く支配されることを論議した。そしてばれいしょの場合の栽植密度とは、畦幅と株間によって決定する栽植株数のほかに、株当茎数を考慮した栽植密度の概念を導入しなければ、生育収量および規格歩留

の解析、すすんでは計画的生産を可能にできないことを主張した。しかしこれは株間が整然としていることを前提とする。栽植株数と株当茎数が一定しても、ある程度以上に株間が変動すれば、さまざまな株間競合がおこるだろう。しかしこの面の実証的研究はほとんどなく、最近 Jun (1980) によって人為的な株間変動の塊茎収量に対する影響が調査された報告だけに止まっている。

本研究においては北海道内の主要ばれいしょ生産地における株間の実態を把握すること、人為的理論的に設計された不規則な株間によって生ずる生育と収量に及ぼす影響を明らかにすることを目的として調査を行い、これを改善するための資料をえようとした。

#### 材料及び方法

##### 1. 株間の実地調査

1981 年よりホクレン全道馬鈴しょ生産改善協議会が発足し、ばれいしょ栽培に欠けている問題を抽出し改善しようとする運動が進行中である。これは北海道内の主要作物であるばれいしょ、てんさい、まめ類を一貫作業体系とするため、66 cm を中心とする同一畦幅で栽培するという、作物の生態を無視した現状を改善することが中心課題となっている。とくにばれいしょ栽培にとっては十分な培土が不可欠であり、そのためには少くとも 70～75 cm の畦幅を必要とすることが提唱されている。筆者もこの運動を進める一員として参画し、畦幅を改善するには株間と株当茎数を含めた栽植密度として取扱うべきであるという考え方を持ち込み、さらに最近問題となっている成熟塊茎の収

穫、デンプン含有率の高いデンプン原料用の栽培、塊茎腐敗の起こらない栽培、傷の起こらない収穫法など品質論的な課題のもとに、広い範囲の生産改善運動を展開するよう働きかけている。1982年は各道立農業試験場、農業改良普及所、ホクレン支所、町村農業協同組合の関係者とともに、7月から9月の間、任意抽出による生産者ほ場の栽培診断を行った。その際関係者の協力をえて、各ほ場ごとに連続する10株の株間を調査した。

## 2. 株間変動試験

- a. 試験ほ場：北海道大学農学部附属農場精密ほ場
- b. 供試品種：男しゃくいも
- c. 種いも：50±10 gmの全粒，浴光催芽25日間
- d. 植付期：4月30日
- e. 畦幅：70 cm
- f. 施肥：10 a 当たりN 7 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 11 kg, K<sub>2</sub>O 9 kg, MgO 3 kgの粒状尿素複合肥料を全量植溝基肥
- g. 株間：
  - 対照区；30 cm 一定，株間変異係数(C.V.) 0%，30%移動区；21 cm と 39 cm の組合せ，C.V. 30%，60%移動区；12 cm と 48 cm の組合せ，C.V.60%，欠株区；60 cm, C.V.100%。
- h. 1区面積：2.8 m (4畦)×10.8 m (36株) = 30.24 m<sup>2</sup>。
- i. 区制：乱塊法，3反復。
- j. 調査期：6月23日(塊茎形成期)，7月28日(最大生育期)，8月27日(成熟期)の3回。
- k. 調査株：対象区と欠株区は1区3株の3反復，30%移動区と60%移動区は移動した株とそれに隣接する両株を別々に，前者と同様3反復で掘取調査
  1. 調査項目：葉，茎，塊茎の生体重と乾物重(70°C 72時間通風乾燥，ただし塊茎は比重から算出)および葉面積。

## 結果及び考察

### 1. 株間の実地調査

Table 1-1に道内主要ばれいしょ生産地にお

ける任意抽出の生産者ほ場29か所の連続する株間調査結果を示した。これから指摘できることは、一般に推奨される30 cmの株間に比較してかなり広いことと、変動が著しく大きいことである。30 cmに対して10%の変動すなわち±3 cmの範囲内にあったものは僅かに4ほ場(14%弱)のみであり、変異係数が20%を超えたものは過半数の18ほ場(66%)にも達した。そして株間が30 cm前後でしかも変異係数が10%以下という望ましいほ場は皆無であった。一方株間に関係なく変異係数が10%未満の極めて整然としたほ場が、2か所(7%弱)と少ないながらも存在した。また前半の十勝地方に比較して、後半の斜網地方に変動の甚しいほ場が多かった。これは十勝地方が種いも用、食用、加工用など品質を強く要求される栽培が含まれるのに反し、斜網地方はデンプン原料用が主体で品質を追求する姿勢に不足するためと考えられる。

このように異常なほど劣悪な株間の状況は、第一に株間の整一さをもつ意義、第二に必要株数に対する意識の低さに基くものであり、次いで植付作業の技術が未熟であることに由来する。株間の問題は畦幅を考慮に入れ栽植密度として論議すべきであることは、すでに前報までに記述<sup>10,11,13,14)</sup>してきたので、ここでは複雑さを避けるため株間の変動に焦点をしばって論議を進めるが、畦幅の実測値をまとめると66 cmが4か所(14%弱)、69 cmが5か所(17%強)、72 cmが14か所(48%強)、75 cmが5か所(17%強)、84 cmが1か所(3%強)で、これらと株間との間には相関関係がなく、この点をもても必要株数に対する考え方が稀薄なことを付言しておく。

Table 1-2と3は株間移動試験ほ場内で調査した結果である。Table 1-2は30 cmごとにマークした間棒(けんぼう)を使用し手作業で植付けたほ場の値で、平均値は30.6 cmと予定通りであり、変異係数も5.1%と極めて小さい。ここにもみられる±3 cm前後のずれは、植付けられた種いもの方向、萌芽の生長に影響する土壌条件などにもよるものである。表1-3には試験ほ場内で間棒を使用することなく1足30 cmと仮定して手

Table 1-1. Practices on the hill spacing of main potato production areas in Hokkaido.

Farm Area	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	e	f	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	h	i	j	k
	Memuro							Teshikaga							
Variety*	B	E	T	N	N	T	E	B	B	N	T	E	B	B	B
	39	43	33	41	40	35	30	30	33	27	28	27	30	44	33
	35	42	40	30	70	36	39	40	41	30	39	92	24	25	46
	34	24	40	40	30	36	34	30	52	23	27	54	16	45	23
	43	32	43	50	50	35	39	23	41	33	29	38	67	48	47
Hill-spacing (cm)	40	40	37	31	42	40	43	32	48	37	28	39	37	33	48
	41	39	22	55	28	35	30	29	38	32	45	53	37	46	34
	43	30	47	49	37	31	36	30	40	36	35	29	32	35	75
	33	49	43	40	40	30	40	33	48	26	27	32	52	40	28
	24	31	32	39	25	31	38	20	45	32	34	50	29	31	37
	50	40	43	36	50	39	40	30	54	29	33	22	32	43	39
Mean	38.2	37.0	38.0	41.1	41.2	34.8	36.9	29.7	44.0	30.5	32.5	43.6	35.6	39.0	41.0
C.V.%	18.6	20.3	19.3	19.8	32.0	9.6	11.8	18.2	14.9	14.4	18.4	46.6	40.6	19.9	35.4

Farm Area	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
	Nakashibetsu			Kiyosato		Koshimizu		Shari		M-Abashiri		N-Abashiri		
Variety*	E	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	27	28	30	50	27	36	36	27	36	40	43	24	40	36
	32	45	47	37	25	37	42	30	30	35	47	62	31	34
	37	18	30	38	52	45	40	36	24	43	70	39	22	38
	60	45	42	43	55	43	40	38	36	27	27	48	55	31
Hill-spacing (cm)	40	22	12	43	30	45	40	43	65	30	60	53	44	40
	20	25	60	44	57	20	37	42	30	44	37	48	37	40
	42	32	32	76	41	26	86	60	33	36	32	29	32	36
	36	30	28	27	31	40	50	36	30	30	48	59	41	37
	29	26	40	17	29	38	43	30	38	50	40	70	30	42
	57	36	37	36	47	45	50	47	26	14	28	40	46	33
Mean	38.0	30.7	35.8	41.1	39.4	37.6	46.4	38.9	34.8	34.9	43.2	47.2	37.8	36.7
C.V.%	33.2	29.5	35.6	37.6	31.7	22.6	31.7	25.1	33.1	29.5	31.9	30.8	25.1	9.4

\* B:Benimaru, E:Eniwa, T:Toyoshiro, N:Nōrin No.1.

植えしたものである。この平均値は約7%伸びているが、変異係数は約6%と著しく小さい。

機械による植付に変動が大なのは、機械に問題があるかのように受け取られがちであるが、ほとんど同型のプランタを使用している生産者の中に、少ないながらも変異係数を10%以内に止めているものがある事実は、明らかに機械の能力の問題ではなく機械操作に問題があるといえる。比較的広い株間が多い実態は臨界速度を超えて走行しているとみてよい。聞きとりによると一般的な10 a 当たりの種いも必要量約250 kg に対して、200 kg

未満で済ませている生産者が多い。最近のカッティングプランタ（切断しながら植付ける半自動式）にしても、それ以前の切断したものを植付ける型にしても、1切片の大きさが50~60 gm を基準にしているから、標準栽植密度の畦幅75 cm 株間30 cm として種いも必要量は約240 kg となるはずである。種いも切片重が一定とすれば、Table 1-1 からえられる株間平均値の38.1 cm で畦幅75 cm としたとき10 a 当たり種いも必要量は190 kg 強となり、前者に対し20%以上の株数不足は場が多いことを物語っている。もしこれが種い

**Table 1-2.** Successive hill-spacing of the test plot planted with a rule (cm, manual work).

30	28	32
32	28	31
31	32	29
29	30	33
30	32	28
30	32	31
33	30	30
32	29	30
34	30	30
31	29	32
Mean: 30.6		
C.V. : 5.1		

も代節約の考えに由来しているとすれば、それは栽培理論<sup>15)</sup>を無視した極めて近視眼的なことである。ばれいしょのみならず、作物の生産にとって最大の栽培的要因は必要株数の確保である。ばれいしょのような好冷作物にとって株数確保は、早期植付に匹敵する重要な栽培要因であり、それは収量はもちろん成熟程度、品種に固有な周皮の形成、デンプン含有率などの品質をも左右する要因である<sup>16)</sup>。

株間を統一するにはプラントの走行速度を適切にすることのほかに、種いもの型、土壤条件の整備も見逃せない要因である。種いもの型とは切片か全粒かの問題と切片の大きさの問題とがある。前報<sup>14)</sup>において全粒種いもの効用を述べたとおり、大粒塊茎を要求するフレンチフライ用およびその生産を可能にする一目植えに必要な大粒種いもの生産を除けば40 gm前後の全粒を種いものとすべきであり、これによって株間の変動は大きく改善されよう。切片にする場合も最大で150 gmのものを半切とするに止め、それ以上の大粒種いものを3切片以上にして不規則な切片を作ることによって、植付機内の種いもの動きを阻害しないよう注意が必要である。土壤条件の整備とは軟らかく土塊がなく砕土のよい植付の容易な作土にすることで、そのためには適切な輪作や有機質のすき込み、排水などの基盤整備に努めるべきである。

**Table 1-3.** Successive hill-spacing of the test plot planted without a rule (cm, manual work).

34	30	34
33	31	35
31	29	33
33	29	34
33	30	34
32	31	33
35	32	32
30	32	35
32	30	32
31	30	34
34	32	34
32	31	33
30	30	31
31	33	35
31	31	36
Mean: 32.2		
C.V. : 5.8		

## 2. 株間変動試験

Table 2 に人為的に株間を移動したときの生育と収量に関する諸形質に及ぼす影響について示した。全ての試験区は出芽期が5月23日±2.3日できわめて整一な初期生育を示した。統一化した最大の理由は浴光催芽を充分に行い、その期間中に数度にわたって種いものを攪拌しながら芽の動きの悪いものを除去したためである。ばれいしょ作においては試験研究を含めこの予措作業が必須条件で、これが出芽の促進と統一化のみならず、統一な群落の構成、収量ならびに品質の向上に結びつくこととなる。

葉の生体重は6月23日の塊茎形成期ですでに区間差が認められ、株の移動によって起こる畦方向の空間の拡大に伴って葉の生長量が増加するが、欠株(C.V.100%)の場合でさえ正常な区に比較して有意差ではなかった。しかし株が60%移動したため隣接する株間が12 cmとなり、株の両側が12 cmと30 cmの条件になると、C.V.100%の株との間に有意差が認められた。最大生育期の7月28日では前述の差が一層明白となり、株間が強く狭められることによって生育が抑制され、株間の

Table 2. Effects of the irregular hill spacing on mean values of various characters.

C.V. on hill-spacing	Spacing on both sides of the hill (cm-cm)	Leaf fresh weight (g/hill)	Stem fresh weight (g/hill)	No. of tuber per hill	Tuber yield (g/hill)	Starch content (%)	Starch yield (g/hill)
23, June(Tuber initiating stage)							
0%	30-30	45	43	16.2	37	9.1	3.4
30%	30-39	47	45	16.0	39	9.1	3.5
	39-21	50	46	15.3	35	9.0	3.2
	21-30	45	42	15.8	35	9.3	3.3
60%	30-48	52	47	14.6	42	8.8	3.7
	48-12	44	41	15.9	34	9.0	3.1
100%	12-30	42	40	16.1	29	9.3	2.7
100%	30-60	56	50	16.8	43	8.6	3.7
L.S.D. (0.05)		12	11	1.7	11	0.4	0.5
28, July(Max. haulm growing stage)							
0%	30-30	142	224	15.4	626	12.3	77
30%	30-39	153	247	14.4	709	12.3	87
	39-21	148	235	15.8	619	12.2	76
	21-30	118	206	14.5	541	12.3	67
60%	30-48	170	250	15.5	649	12.1	79
	48-12	159	241	15.6	649	12.1	79
100%	12-30	110	169	13.8	482	12.5	60
100%	30-60	213	313	15.0	815	11.9	97
L.S.D. (0.05)		52	70	2.1	118	0.4	12
27, Aug. (Maturing stage)							
0%	30-30	48	184	14.3	924	14.94	138
30%	30-39	36	113	13.0	933	14.35	134
	39-21	30	99	13.7	887	14.82	131
	21-30	27	91	13.4	851	15.32	130
60%	30-48	39	165	13.9	1008	14.60	147
	48-12	29	106	14.2	928	15.01	139
100%	12-30	27	139	13.6	813	15.51	126
100%	30-60	57	223	14.8	1269	14.21	180
L.S.D. (0.05)		24	67	1.7	143	0.54	21

Seed tuber: 50±10gm, chitting period: 25 days, planting date: 30 April, germinating date: 25 May, row width: 70cm.

生育のむらを生ずる大きな要因となること分る。ここで問題となるのは欠株の取扱い方である。本来なら C.V.100%とは 1 株に 2 粒の種いもが存在すべきことになる。この種の試験は前報<sup>14)</sup>で単位面積当たり主茎数を増加する方法として 2 粒播きのを含めて行われ、結果の詳細は報告していないが、1975 年に 1 粒播きとの間に有意差がないという結論をえており、単純に欠株の扱いをした。実際面では表 1-1 に見られるように株間が 50 cm 以上の場合が多いが、これらのほ場調査で

は大部分は種いもが無い。すなわち実際面での欠株は種いもの不発芽ではなく機械上のミスに基づくものである。欠株が群落のむらに最も大きな要因となることは明らかであり、株間の変動はあるが必要株数が確保されている場合とは比較にならないほどの影響力がある。前述したような種いもの型の統一化によって早急な改善が望まれるところである。欠株の影響は生育が進むほど大となるのは、欠株の隣接株が 60 cm の空間を埋め切れないことを示唆している。しかしこの点については欠

株と隣接株を含めた3株に止まらず、さらに範囲を広げて単位面積当たりで検討すべくであろう。また空間を埋めるに当たっては第11報<sup>11)</sup>に述べたように、生長単位の差異を検討する必要もある。

茎の生体重は生育最盛期まで葉と相対的關係にあり、その後は葉の更新率が高いほど茎の割合が高くなる生育をする。この点についてもすでに論議したところである<sup>11)13)</sup>。6月23日では有意差はないが、7月28日には空間の広いものと狭いものとの間に有意差が表われ、それは成熟期にまで及んでいることが分る。成熟期に空間が広い株ほど茎葉が多く残存しているのは、受光態勢のよい株ほど葉の寿命が長いことを示唆し、成熟期における株間の黄変枯ちよう程度の成因の一つとして注目すべきことである。

株当塊茎数は調査開始期が塊茎数決定期に当たることから有意差のないのは当然のことである。しかし成熟期には一般にやや少くなっている。この点は第8<sup>8)</sup>、10<sup>10)</sup>、12報<sup>12)</sup>で論議したように、弱小粒が消失するためである。

塊茎収量は6月23日でC.V.0%区からみると有意差はないが、株の両側の株間が最も狭い12-30cmの株からみると、株の両側の株間が最も広い30-60cmや30-48cmの株との間に有意差があった。7月28日になると同様な観点に立った差異が拡大し、成熟期には著しい差となった。すなわち株間が広がると、塊茎数の変化は起こらないから、受光態勢が向上した分だけ肥大へのエネルギー配分が大となる。上述のことと相対的な関係にあるデンプン含有率は、全く負の関係にあることが明らかである。すなわち6月23日にはすでに空間の広い30-60cmと30-48cmの株が他のものに比して有意に低く、この関係は経時的に一層明確となり、成熟期では株間の最も狭い12-30cmの株で最も高く、30-60cm株間の最低値との差は1.3%にも達した。この現象は一定面積の塊茎数が少いほど同化産物の肥大へ配分される割合が高まり、デンプン粒の肥大が抑制されるために起こるもので、SMITH<sup>6)</sup>、HARRIS<sup>2)</sup>が抄録している窒素施用量試験における多窒素ほど肥大は刺激されるがデンプン含有率が低下することと良く類

似している。前報<sup>14)</sup>において強調したように、一定量の塊茎数を確保することが、デンプン生産作物であるばれえしょの、デンプン含有率が高い多収という特性を充分発揮させることになり、この点で株間の変動も度外視できない要因であると結論できる。

塊茎収量とデンプン含有率との積であるデンプン収量は、予測に反し6月23日ですでに有意差が認められ、株間空間の広いものほど多収となる傾向を示し、その差は経時的に広がった。しかしこれらは単位面積当たりで検討を要することであり、以下に詳述する。

調査した範囲内で得られる単位面積当たりの換算値についてまとめたのがFig.1~9である。C.V.0%区は平均値そのものであるが、C.V.30%区と60%区は、移動した株とその隣接する両株との平均値、C.V.100%区は欠株を狭む両株の平均値を用いた。図1は茎葉生重であるが6月と7月で欠株区が他の区に比べて低く推移し、成熟期には黄変の進み方に大きな差を生じたことを示しているが有意差ではなかった。前述した株ごとの有意差は単位面積で見ると有意なものではなく、ある程度の株間変動はあっても、群落でみたとき一定水準の生産力があると理解される。この場合葉部および茎部の部位別に検討したが同じ結果なので割愛した。上述のことはFig.2の乾物重の推移でも同様であった。これは図示しないが茎葉の乾物率や比葉面積(SLA)の近似した値からもうかがい知ることができる。Fig.3の葉面積指数(LAI)は全生育期間を通じ全区がきわめて近似して推移した。これは前述した出芽の極めて整いな群落の範囲内で起こる株間の補償作用といえるかもしれない。実際の一般ほ場では充分な浴光催芽とその期間中の管理が行われることは稀であり、浴光催芽を行わない方が多く、種いもの型が区々のため出芽期間は10日以上に及ぶことが多い。このような場合は上述したような有意差のない株間の補償作用は期待できないだろう。また欠株の頻度とか土壌諸条件などによっても異なるであろう。

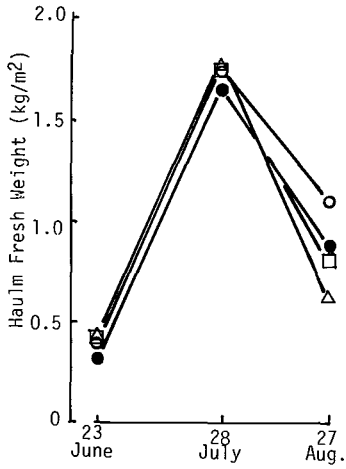


Fig. 1. Changes of the haulm fresh weight, ○: 0% for the coefficient of variance on the hill spacing, △: 30%, □: 60%, ●: 100%.

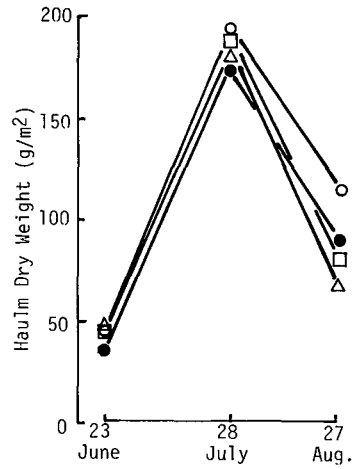


Fig. 2. Changes of the haulm dry weight, symbols are the same with Fig. 1.

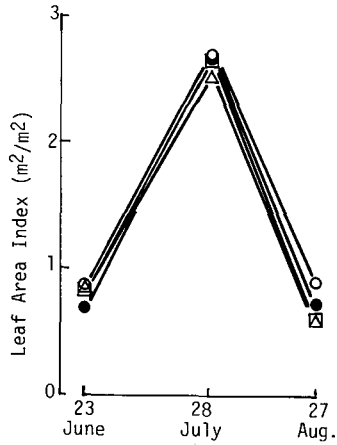


Fig. 3. Changes of Leaf Area Index, symbols are the same with Fig. 1.

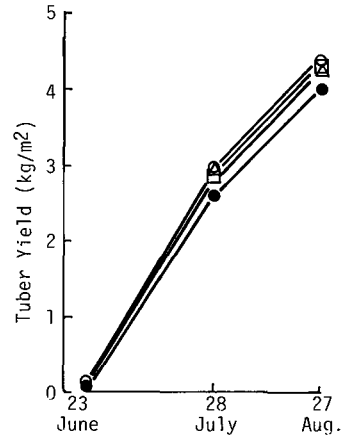


Fig. 4. Changes of the ware-tuber yield, symbols are the same with Fig. 1.

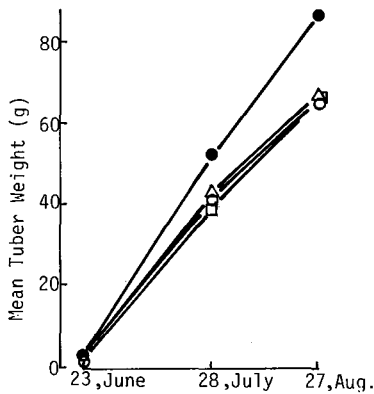


Fig. 5. Changes of the mean tuber weight, symbols are the same with Fig. 1.

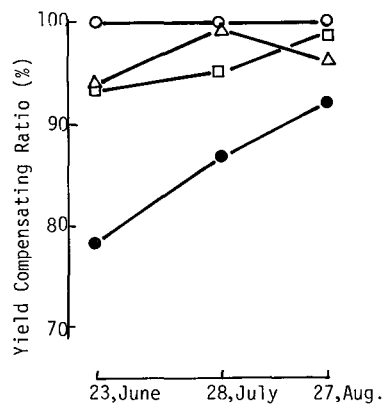


Fig. 6. Changes of the yield compensating ratio (the yield percentage of irregular hill-spacing plots on the regular plot), symbols are the same with Fig. 1.



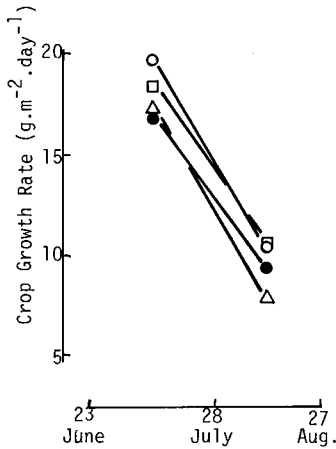


Fig. 7. Changes of Crop Growth Rate, symbols are the same with Fig. 1.

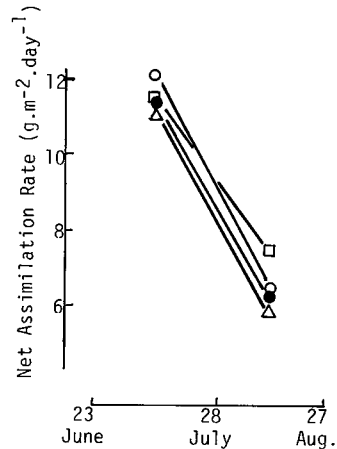


Fig. 8. Changes of Net Assimilation Rate, symbols are the same with Fig. 1.

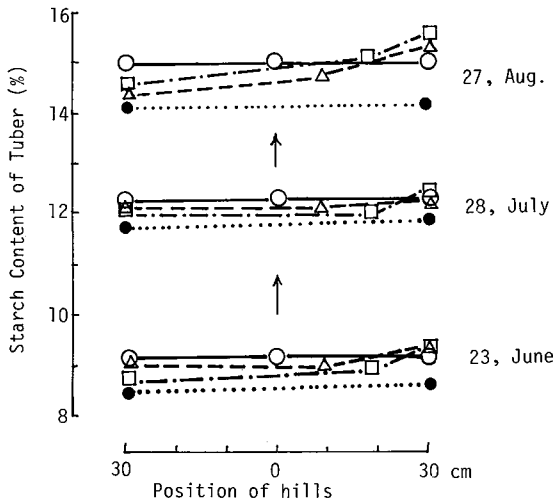


Fig. 9. Pelation between the starch content of tuber and the position of hills.

- : C. V. 0% (regular spacing),
- △ - - - △ : C. V. 30% (irregular spacing),
- - . . . □ : C. V. 60% (irregular spacing),
- - - - ● : C. V. 100% (missing).

塊茎収量は単位面積当たりでみるととき有意差が認められなかった。しかし欠株のある区では常に低く成熟期の減収率は8.4%強と大きく、また厳密にみると整然とした株間の区に比較して、株が移動した区はその移動量に応じて減収した。またその差は生育が進むに伴い次第に拡大したことも見逃せない。JUN<sup>4</sup>は株間の変動が大となるに従い塊茎収量が減少することを認め、種いも生産に

おける株間変動の許容範囲は20%であると結論している。本試験の結果では株別にみたときの生育収量反応からは同様の結論に達したが単位面積当たりでは有意ではなく、最も影響力の大きい欠株の発生率が問題であるといえる。

Fig. 5は平均塊茎重である。7月28日に欠株区が他区に比して有意に大となり、8月27日にはその差が一層拡大し、C.V. 0%区に対して25%弱の増加を示した。これは前述のように欠株によって塊茎数が減少したため、1個当たりの葉面積、同化産物転流量、土壤養水分、肥大エネルギーが増加したことによるものである。従って必要以上に肥大しないことを望むなら、欠株を作ってはならないと強調できる。近年北海道産の食用および加工用ばれいしょで中心空洞 (hollow heart) が問題となっているが、その原因はNELSON<sup>5</sup>らが明らかにしているように、肥大が促進されるような要因によるものであり、今後充分な留意が必要である。ただし彼らが要因としてあげているのは降水量、肥大期間、疎植、積算気温であり、疎植は本研究と関連づけられる要因であるが、他の要因には異論がある。降水量は程度によるものであること、温度や土壤条件など他の要因との関係で把握する必要のあることの理由から必ずしも限度要因とはいえない。肥大期間と積算温度とは同一要因と捉えてよいものであり、肥大期間が長いと大粒

になり中心空洞が発生するという結論は、品種や塊茎数などの栽培理論を無視した論理である。とくに北海道においては好冷作物としての能力を十分に発揮させるため、早植と早期出芽を可能にする秋耕、融雪促進、地上上昇のための有機質の客入、種いもの適切な貯蔵末期の昇温による育芽と十分な浴光催芽など、ならびに生育期間を延長する周知な管理等により肥大期間の延長を図るべきである。中心空洞のような異常肥大を問題にする場合、前記要因のほかに重要な要因として多肥によって起こる刺激的な肥大とこれに伴う品質の低下について問題にすべきである。これについては追肥試験も含めて稿を改めて述べる。中心空洞をはじめ品質低下に至らない場合でも、過大粒の割合が高まって整品歩留が低下するような株数不足が起こらない留意が必要である<sup>14)16)</sup>。また中心空洞が問題視されるときこれを品種改良で改善しようとするのは厳に戒められるべきことで、現有の優良品種を充分使いこなす栽培技術の追求が必要である。

Fig. 6は隣接する3株の範囲内で欠株を含む不規則な配置により、塊茎収量がどの程度低下するものかを表わした補償率の結果である。補償率と表現したのは、とくに欠株のある場合に欠株を挟む両株で欠株を補償する生育収量がみられるとの判断からで、これを逆にみれば減収率となる。整然とした区に対して不規則な区はいずれも減収するが、30~60%の株の移動の影響は有意でなく、欠株の場合は経時的に区間差は小となるが有意差があり、地上空間は茎葉で埋めることができても、塊茎収量を埋めることはできないことを示している。ということは塊茎数の不足は同化産物の蓄積にとって最も臨界的要因であることを意味している。

Fig. 7はCGR(個体群生長速度)であるが、最盛期の一般的な値である18.0前後から成熟期に向って急速に低下するが、区間には有意差がなく、乾物生産能力の上でほとんど差がないことを示している。Fig. 8のNAR(純同化率)についても同様に有意差がなく光合成能力にはほとんど差がないものと判断される。

Fig. 9は前述で問題としたデンプン含有率である。この形質は平均塊茎重と並んで有意差があり、最も注目すべき形質のため、株の位置関係とそれぞれのデンプン含有率とを経時的に示した。これによるとデンプン含有率はすでに第7<sup>8)</sup>、8<sup>9)</sup>、12報<sup>12)</sup>で述べたとおり、10日に約1%の割合で上昇することのほか、欠株区において最も低く、成熟期における対照区との差が最も広がり、株が移動した区では前者と同様に株間が広がった株のデンプン含有率が低下するのに反し、図中の最も右に画かれた「株の両側の株間合計が狭い株」で高くなることが明らかである。欠株とか株間の広がりによってデンプン含有率が低下するのは、すでに述べたように塊茎当たりの肥大条件に恵まれるためであり、これと逆に上昇するのは塊茎密度が高く塊茎当たり葉面積が少く同化産物転流量も相対的に少いこと、土壤養水分の競合が強いことなどが肥大に抑制的に働き蓄積率が高まると理解される。

こうしてデンプン原料用の栽培であれば、とくにデンプン含有率の上昇しやすい栽植様式、すなわち管理、種いも使用量、くずいも発生量などを考慮に入れた上での限界的な密植と、肥大を刺激しない適切な施肥条件下での肥大期間延長策に基づく合理的なデンプン生産栽培を追求する姿勢がなければならない。のみならず加工用および食用においてもデンプン生産作物としての特性を充分発揮させるための同様な栽培法をとるべきである。

ばれいしょ栽培が機械化されるに伴い耕深、碎土、施肥、植付深度、畦幅、除草、防除などの作業は手作業や畜力作業よりも改善されたといえる。しかし株間、培土、収穫(切傷、打傷、皮むけ、のら生え)、運搬などについては、関係者の努力にもかかわらず従前に比べて劣悪になっていると観察される。その全ては改善の方向も明白であり、とくに株間は最初の作業である植付時に決定するもので、他作物と同様に播種時には収量構成の大半が決定し、あとは自然の肥大に待つといういわゆる「種いも半作論」<sup>17)</sup>を基本に早急に改善すべきである。

## 摘 要

ばれいしょ作の機械化に伴う不規則な株間の実態について北海道内主要生産地で実地調査するとともに、人為的に株間を変動させた試験区を設定し、株単位および群落として生育収量にどのような影響が表われるかを調査した。えられた結果の主なものはつぎのとおりである。

1. 主要生産地の株間は一般に比較的広く、調査29か所のうち30±3 cmの範囲内にあったほ場は4か所(約14%)のみで、変異係数が20%をこえたほ場は62%に達した。注意深く手作業で植付けたほ場では株間の変動が10%未満であった。

2. 早生品種男しゃくいもを用い、人為的に株間を移動した試験区においては、株間の変異係数が大となるほど株別の生育と収量に影響を及ぼし、経時的にその影響は大となった。

3. 単位面積当たりでみると区間差は減少したが、株間変異係数100%区では、欠株に隣接する株の平均塊茎重が有意に大となり、デンプン含有率は有意に低下し、塊茎収量補償率は有意に低かった。

4. 株間を統一にするためには、種いもの型(大きさと切断法)を統一にすること、土壤条件を整備すること、植付機の適切な走行速度を守ることなどに留意すべきことを論議した。

## 謝辞

調査に当たっては、本学附属農場作物第一部の渡辺春雄、茂木紀昭、南エツの諸氏のご協力、実測に当たってはホクレン農産事業本部主任技師冨田義昭氏ならびに各関係町村農業協同組合の方々のご協力をえたことに感謝の意を表する。

## 引用文献

1. ALLEN, E.J.: Plant density: In "The Potato Crop" Ed. Harris, P.M., pp 279-326. London. 1978.
2. HARRIS, P.M.: The Potato Crop. 730pp. London. 1978.
3. IFENKWE, O.P. and E.J. Allen: Effect of row width and planting density on growth and yield of two

maincrop potato varieties. 2. Number of tubers, total and graded yields and their relationships with above-ground stem density. *J. Agr. Sci. Camb.* **91**: 279-289. 1978.

4. JUN, J.: The effect of irregular spacing of potato plants on the yield and performance of tubers. *Rostlinna Vyroba.* **26 (9)**: 951-958. 1980.
5. NELSON, D.C., D.A. Jones and M.C. Thoreson: Relationships between weather, plant spacing and the incidence of hollow heart in Norgold Russet potatoes. *Am. Potato J.* **56**: 581-586. 1979.
6. SMITH, O.: Potatoes; Production, Storing, Processing. 776pp. Westport. 1977.
7. WURR, D.C.E.: Some effects of seed size and spacing on the yield and grading of two maincrop potato varieties. Ph. D. Thesis, Univ. Cambridge. 1971, cited from "The Potato Crop" Ed. P.M. Harris (1978).
8. 吉田 稔・中世古公男: ばれいしょの生理生態学的研究 第7報 塊茎数, 塊茎重および塊茎比重の推移について. 北大農邦文紀要. **8**: 49-58. 1971.
9. 吉田 稔: ばれいしょの生理生態学的研究 第8報 塊茎内のでんぷんの分布について 北大農附属農場報告 **18**: 7-20. 1972.
10. 吉田 稔: ばれいしょの生理生態学的研究 第10報 株当茎数と塊茎重量分布について. 北大農附属農場報告. **19**: 14-22. 1974.
11. 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. 北大農附属農場報告. **19**: 23-40. 1974.
12. 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. 北大農場研究報告. **20**: 32-41. 1977.
13. 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. 1979.
14. 吉田 稔: 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. 北大農邦文紀要. **11**: 309-322. 1979.
15. 吉田 稔: 多収のための基礎理論. 農業技術大系 作物編. **5**: 109-139. 1975.
16. 吉田 稔: 規格と品質. ホクレン農協組連合会. 40 pp. 1980
17. 吉田 稔: 種いもの条件と収量構成—種いもの半作論. 農業技術大系 作物編. **5**: 140, 2-10. 1981.
18. 吉田 稔: 加工用栽培. 農業技術大系. 作物編. **5**: 195-206. 1981.

## Physio-ecological Studies of Potato Plant

## XV. Effects of the irregular hill-spacing on various characters

Minoru YOSHIDA

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

**Summary**

A fact finding for the irregular hill-spacing occurred with the mechanization at main potato production areas in Hokkaido was carried out. Also the influence of artificial irregular hill-spacing on the growth and the yield of potato plants was investigated with plots consisting from the irregularity of hill-spacing ; C. V. 0, 30, 60 and 100%. Results obtained were as follows.

1. In general, the practical hill-spacing at main potato production areas were comparatively wide, and the farms ranged within the spacing of  $30 \pm 3$ cm were only 4 (about 14%) of 29 places. On the one hand, farms beyond the limit of C. V. 20% for the hill-spacing attained to about 62% (Table 1-1). On the contrary, with the manual work C. V. of hill-spacing was less than 10% (Table 1-2, 3).

2. On the test of plots artificially moved hills using early cultivar, Irish Cobbler, it was recognized that with the increase of C. V. on the hill-spacing influences on the haulm growth and the tuber yield per hill increased (Table 2).

3. Although, differences between plots for the growth and the tuber yield per unit area were reduced comparing with values per hill, on both hills neighboring the missing of C. V. 100% plot the mean tuber weight was increased (Fig. 5), the starch content of tuber was decreased (Fig. 9) and the compensation ratio of tuber yield was reduced significantly (Fig. 6).

4. It was discussed that in regularizing of hill space within row at the mechanized potato production it should be paid attention to the standardization of seed-tuber type (size ; whole or cut), the preparation of soil condition and the maintaining of the optimum operating speed for the potato planter.