

イチゴの画像処理による生育解析に関する研究*

田中 一久・磯崎 真英

栽培部

要 旨

客観的な生育測定的手法として、最近では画像処理を利用した様々な測定技術が開発されつつある。これらの方法は、植物体の非破壊での経時的な生長量の測定を可能にし、従来の大きさや重さによる評価とは違った生育指標が得られる可能性がある。そこで画像処理を利用して、イチゴの生育条件の異なる株の生育を把握し、生育を客観的に判断するための生育解析法について検討した。

- 1 画像処理による生育指標として、直接光が当たる葉の面積に相当する上方投影画像による株面積が適しており、収穫開始期の上方投影面積と第1果房収量との間に有意な相関がみられた。
- 2 画像処理により、長辺短辺比（上方投影画像に外接する最小面積となる長方形の長辺に対する短辺の比）を計測した。長辺短辺比は、その値が1に近いほど株の生育が順調であることを示し、第1果房の収穫開始期に最も高くなった。
- 3 第1果房の収量を高めるには、収穫開始期までに上方投影面積×長辺短辺比を最大にすることが必要である。

キーワード：イチゴ；画像処理；上方投影面積；長辺短辺比

緒 言

イチゴは、天候不順や株疲れ等によって生育が遅延することがあるが、これに対処する管理を行っても、その結果が目に見え確認できるまでに時間を要し、きめの細かい管理をしなければ手遅れになることが多い。そのため生育を早めに的確に判断することが重要である。また養液栽培の普及により労働環境が改善され、後継者が育ってきているが、若い後継者の経験や技術の不足を補うためには、簡易な生育診断技術が有効であると考えられる。

客観的な生育測定的手法としては、最近では画像処理を利用した様々な測定技術が開発されつつあり、シュミレーションモデルを利用した葉面積の測定¹⁻³⁾や植物体全体を利用した葉面積測定⁴⁾、さらに画像処理を利用した根長測定⁵⁾などの研究が報告されている。また、育種場面では草姿の定量的評価⁶⁾や植物体の特徴量の解析⁷⁻⁹⁾などの観点から画像処理による研究もされている。これらの方法は、植物体の非破壊での経時的な生長量の測定を可

能にし、従来の大きさや重さによる評価とは違った生育指標が得られる可能性がある。

そこで画像処理を利用して、生育条件の異なる株の生育を客観的に判断するための生育解析法について検討した。

材料及び方法

試験1：株間と苗質の違いが生育、収量に及ぼす影響

株間試験及び苗質試験に用いた中肥苗は1993年7月7日に3葉の「女峰」苗を粒状ロックウールを詰めた10.5cm鉢に移植し、EC0.5の培養液を毎日かん水し、8月5日より水のみをかん水し窒素中断を行った。苗質試験用に用いた多肥苗は7月1日に移植し、EC0.5の培養液を毎日かん水し、同様に8月10日より窒素中断を行い、少肥苗は7月14日に移植し、EC0.5の培養液を毎日かん水し、8月1日より窒素中断を行った。9月16日に場内ガラス温室（167m²）のロックウール粒状綿培地ベッ

*本研究の一部は園芸学会1996年秋期大会において発表した。

ド（20cm×2m/区、ロックウールはグローダン社製、給液システムは高木産業製・かけ流し方式）に株間試験区では株間15、18、21cm、2条に定植し、また苗質試験区では株間18cm、2条に定植した。培養液のECは定植後0.8、出蕾期以後1.0、収穫期以後1.2に管理した。葉かきは1994年2月15日まで行わなかった。電照は12月17日より17:00～20:00まで行い、以後は慣行により生育にあわせて時間を調整した。試験区はいつでも2反復とし、1区20株を供試した。調査は定植時および定植後の葉数、草丈、葉長、小葉身長、小葉身幅、クラウン径、出蕾指数、果房別収量、月別収量、可販果率について実施した。

試験2：培養液濃度と定植時期の違いが生育、収量に及ぼす影響

供試苗は1994年6月22日に3葉の「女峰」苗を7cm角ロックウールキューブに移植し、EC0.5の培養液を毎日かん水した。9月7日の定植区では、8月5日より夜冷処理（16:30から8:30まで入庫。庫内温度12℃）を行い毎日水をかん水した。9月14日の定植区では8月5日より水のみをかん水し窒素中断を行い、そして9月21日の定植区では8月12日より水のみをかん水し窒素中断を行った。本圃はロックウールスラブ（グローダン社製、給液システムは高木産業製・かけ流し方式）を用い、株間20cm、2条とした。培養液濃度は高濃度区は定植後EC1.0、出蕾期以後EC1.0、収穫期以後EC1.4とし、中濃度区は各々EC0.8、1.0、1.2とし、低濃度区は各々EC0.6、0.8、1.0とした。試験区はいつでも2反復とし、1区16株を供試し、調査は試験1と同様とした。

試験3：画像解析による株間と苗質の違いにおける生育解析

画像の撮影方法は、画像の背景を白くするために株の下に白色の紙及びラプシートを敷き、さらに温室の施設の影を除去するために、撮影時には白色ラプシートで株の上を遮光した。8ミリビデオカメラ（SONY Video 8 CCD-F380）により株の上方1mより垂直に撮影し、上方投影画像をピアス社製PIAS-III（Personal

Image Analysys System、LA-535）により画像処理した。撮影は1993年10月12日、26日、11月11日、30日、12月13日、21日、1994年1月5日、17日、2月2日、15日に行った。画像解析方法は、画像の入力→画像補正（画像強調、平滑化、ノイズ除去等）→2値化→計測→解析→保存→出力→画像入力（以下繰り返す）の順に行い、2値化のためのしきい値の決定は、撮影時の天候によって画像の明度が異なるため、画像の明るさに応じて、画像毎に決定した。画像処理により上方投影画像による株面積（以下上方投影面積とする）、上方投影画像に外接する最小面積となる長方形の長辺に対する短辺の比（以下長辺短辺比とする）を計測した。

試験4：画像解析による株培養液濃度と定植時期の違いにおける生育解析

画像の撮影、画像解析方法は試験3と同様に行い、画像の撮影は1994年9月26日、10月11日、27日、11月8日、22日、12月6日、21日、1995年1月5日、17日、2月1日、14日、27日、3月17日、4月4日に行った。画像処理により上方投影面積、長辺短辺比を計測した。

結 果

試験1：株間と苗質の違いが生育、収量に及ぼす影響

株間のちがいが生育、収量に及ぼす影響については、生育は、葉数、草丈、葉長、葉身長、葉柄長、葉身幅、クラウン径とも、定植2週間後及び第1果房収穫期ともに株間のちがいによる有意差はみられなかった（表1、2）。出蕾は、10月15日～2月21日までの調査期間中、株間のちがいによる出蕾指数、花数、着果数の差はみられなかった（表3）。収量は、株間のちがいによって果房別収量の第1果房において有意差がみられた。総収量は株間18cmが最も多かったが、株間のちがいによる有意差はみられなかった（表4）。

苗質のちがいが生育、収量に及ぼす影響については、生育は定植2週間後においても生育差が大きく、葉数以外の草丈、葉長、葉身長、葉柄長、葉身幅、クラウン径で有意差がみられた（表5）。しかし、第1果房収穫期

表1 株間が生育に及ぼす影響（10/1）

No.	株間 cm	葉数 枚	草丈 cm	葉長 cm	葉身長 cm	葉柄長 cm	葉身幅 cm	クラウン径 mm
1	15	5.5	13.0	17.3	7.6	9.8	5.1	10.7
2	18	5.3	12.4	16.0	7.6	8.4	5.5	10.9
3	21	5.1	11.4	15.1	7.6	7.5	5.3	11.3
有意性		N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S

*1 葉面積：葉数×葉身長×葉身幅×2

表2 株間が生育に及ぼす影響 (12/14)

No	株間 cm	葉数 枚	草丈 cm	葉長 cm	葉身長 cm	葉柄長 cm	葉身幅 cm
1	15	10.3	15.1	17.7	7.9	9.8	5.6
2	18	9.7	15.1	19.0	8.4	10.6	5.8
3	21	11.0	14.4	17.9	7.9	10.1	5.5
有意性		N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S

表3 株間が出蕾に及ぼす影響

No	株間 cm	(10/15調査)			(11/5調査)			(12/14調査)			(2/21調査)	
		第1果房		第2果房	第2果房		第3果房	第3果房		第4果房		
		出蕾 指数*1	花数	着果 数*2	出蕾 指数	花数	着果 数	出蕾 指数	花数	着果 数	出蕾 指数	
1	15	1.0	2.4	6.7	5.0	1.1	20.1	2.8	3.0	9.3	0.7	
2	18	0.9	2.4	6.1	5.0	1.0	20.7	2.9	1.6	10.6	0.9	
3	21	1.0	2.5	5.5	5.0	2.1	19.6	3.0	3.0	9.8	0.5	
有意性		N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	

*1 出蕾指数: 出蕾始め(1)から3~5花開花(5)までを5段階で表示した指数

*2 着果数: 未熟果数(花卉の落ちた果実含む)+収穫果実数の合計

表4 株間が収量に及ぼす影響 (g/株)

No	株間 cm	果房別収量*1				月別収量							合計	可販果率 (%)
		I	II	III	IV	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月		
1	15	146	119	73	16	0	58	89	60	33	83	31	354	90.2
2	18	209	130	71	16	21	65	112	83	47	72	27	426	91.1
3	21	174	107	67	18	0	60	93	66	44	67	36	366	87.1
有意性*2		*	N.S	N.S	N.S	-	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S

*1 I:第1果房、II:第2果房、III:第3果房、IV:第4果房

*2 有意性: *5%

表5 苗質が生育に及ぼす影響 (10/1)

No	苗質	葉数 枚	草丈 cm	葉長 cm	葉身長 cm	葉柄長 cm	葉身幅 cm	クラウン径 mm
1	多肥苗	4.9	11.4	16.7	7.9	8.8	5.5	10.1
2	中肥苗	5.3	12.4	16.0	7.6	8.4	5.5	10.9
3	小肥苗	5.2	8.0	11.3	5.8	5.5	4.6	9.1
有意性*1		N.S	**	**	**	**	**	*

*1 有意性: *5%、**1%

表6 苗質が生育に及ぼす影響 (12/14)

No	苗質	葉数 枚	草丈 cm	葉長 cm	葉身長 cm	葉柄長 cm	葉身幅 cm
1	多肥苗	10.8	15.4	18.7	8.7	10.0	5.9
2	中肥苗	9.7	15.1	19.0	8.4	10.6	5.8
3	小肥苗	11.8	14.9	18.1	7.3	10.8	5.3
有意性		N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S

表7 苗質が出蕾に及ぼす影響

No	苗質	(10/15調査)		(11/5調査)		(12/14調査)			(2/21調査)			
		第1果房		第1果房		第2果房		第2果房	第3果房		第3果房	第4果房
		出蕾 指数*1	花数	着果 数*2	出蕾 指数	花数	着果 数	出蕾 指数	花数	着果 数	出蕾 指数	
1	多肥苗	0.0	1.3	0.7	4.2	1.8	16.9	0.5	3.7	6.8	0.4	
2	中肥苗	0.9	2.4	6.1	5.0	1.0	20.7	2.9	1.6	10.6	0.9	
3	少肥苗	0.4	0.8	1.9	3.1	1.6	10.8	1.6	4.7	8.2	0.5	
有意性*3		*	N.S	*	*	N.S	N.S	*	N.S	N.S	N.S	

*1 出蕾指数、*2 着果数は表3と同じ

3 有意性： 5%

表8 苗質が収量に及ぼす影響 (g/株)

No	苗質	果房別収量*1				月別収量							合計	可販果率 (%)
		I	II	III	IV	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月		
1	多肥苗	208	113	74	13	0	22	137	61	76	78	33	407	90.2
2	中肥苗	209	130	71	16	21	65	112	83	47	72	27	426	91.1
3	少肥苗	143	121	39	6	0	15	93	49	81	54	17	309	87.1
有意性*2		*	N.S	N.S	N.S	—	*	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S

*1、*2は表4と同じ

表9 定植時期と培養液濃度が生育に及ぼす影響

定植日	培養液濃度	葉数 枚	草丈 cm	最大葉長 cm	葉柄長 cm	葉身長 cm	葉身幅 cm
9/7	高濃度	7.8	18.2	22.0	12.2	9.8	7.1
	中濃度	7.6	17.4	21.7	11.7	10.0	7.2
	低濃度	7.3	15.6	18.6	9.8	8.8	6.6
9/14	高濃度	7.8	17.4	20.8	11.1	9.7	7.2
	中濃度	7.1	16.7	19.1	9.9	9.3	6.6
	低濃度	6.9	13.9	17.9	9.1	8.9	6.6
9/21	高濃度	6.8	13.0	16.1	8.3	7.8	5.6
	中濃度	6.4	13.6	16.2	8.2	8.0	5.8
	低濃度	6.3	12.5	15.2	7.5	7.7	5.3

(H6.11.9調査)

の12月14日には生育における各測定項目とも有意差はみられず、育苗時期の苗質による差はみられなくなった(表6)。出蕾は、多肥苗は第1果房の出蕾が遅れ、第3果房の出蕾も遅くなった。さらに、少肥苗は、第1果房、第2果房の出蕾が中肥苗に比べ遅く、1月5日には頂果房の着果数が中肥苗より少なくなり、2月21日には有意差がみられなかった(表7)。収量は、果房別収量において、第1果房の収量に有意差がみられた。さらに、中肥苗では11月から収穫が始まったのに対して、多肥苗、少肥苗では12月からの収穫となり、しかも12月の収量は少なく、有意差がみられた。総収量、可販果率については有意差はみられなかった(表8)。

試験2：培養液濃度と定植時期の違いが生育、収量に及ぼす影響

生育は、定植時期が早いほど旺盛であったが、いずれの定植時期においても、培養液濃度が高いほど生育が優れた。特に、草丈、葉長、葉柄長は、培養液濃度による差が大きくなった。また、培養液濃度間での生長量の差は、定植時期が遅くなるにつれて小さくなり、9月7日定植では高濃度と低濃度間の草丈、葉長の差は約3cmあるのに対し、9月21日定植では約1cm以下になった。これは定植時期の遅れにより生育期間中の気温の低下が培養液濃度間の差を顕現しにくくするものと考えられる(表9)。

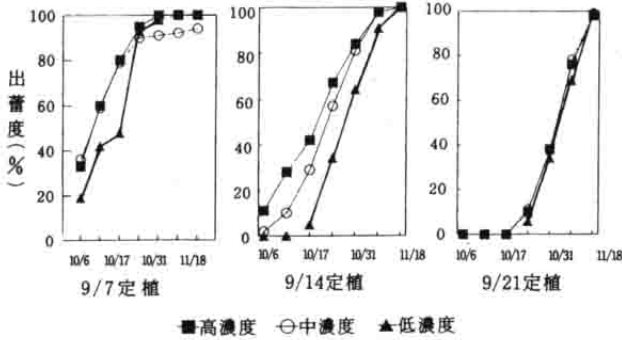


図1 培養液濃度が頂果房の出蓄に及ぼす影響

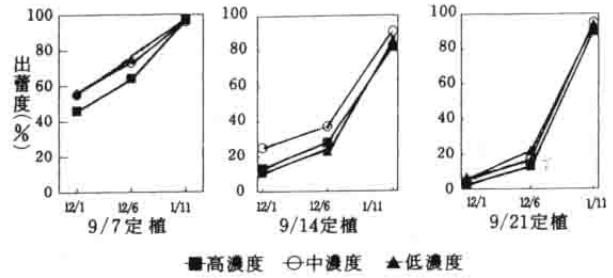


図2 培養液濃度が腋果房の出蓄に及ぼす影響

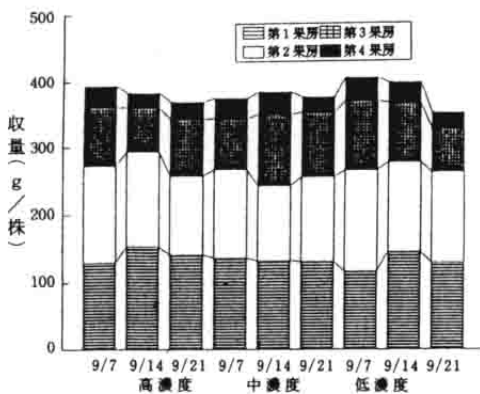


図3 定植時期と培地濃度が果房別収量に及ぼす影響

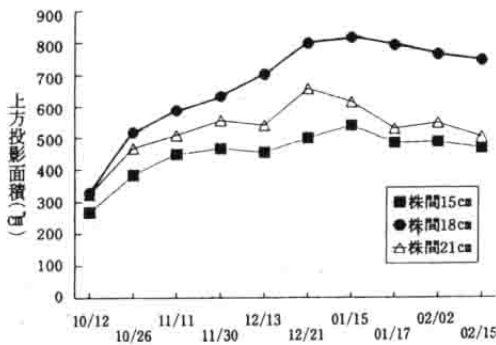


図4 株間が定植後の上方投影面積に及ぼす影響

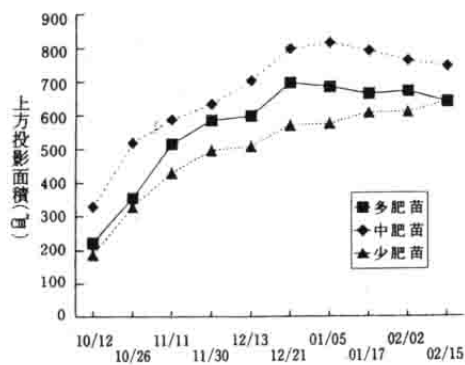


図5 苗質が定植後の上方投影面積に及ぼす影響

出蓄は、定植時期により差がみられ、頂果房において、5花以上の開花が見られるのは、9月7日定植では10月末であったのに対し、9月21日定植では11月18日となった。頂果房の出蓄、開花に対する培養液濃度の影響は少なく、特に9月21日定植ではその差が全くみられなかった(図1)。腋果房についても、培養液濃度による差は小さく、定植時期による影響がみられた(図2)。

総収量は9月7日定植の低濃度区が最も高く、次いで9月14日定植の低濃度区であった。頂果房の収量は9月14日定植が最も多く、9月7日定植は収穫開始期は早いが、果実の肥大期の温度が高いため果実が小玉になり、収量は9月14日より低くなった。また、培養液濃度については、高濃度区は第2果房までの収量は高いが、第3果房以後は濃度の低い区での収量が高くなった(図3)。

試験3：画像解析による株間と苗質の違いにおける生育解析

上方投影画像による株面積は、株間、苗質を異にするいずれの区においても第1果房の収穫最盛期の1月5日頃最大になり、以後減少する傾向を示した(図4、5)。上方投影面積は、葉の重なりのため、生育調査から求めた株当たりの葉面積(表10)に比べ小さかった。従来の生育調査による葉の大きさから求めた株当たりの葉面積は12月14日には株間による差はみられなかったが、上方

表10 生育調査から求めた葉面積*1 (cm²)

No.	処 理	調 査 日		
		10/1	10/15	12/14
1	株間15cm	426.4	583.4	911.3
2	株間18cm	443.1	658.9	945.2
3	株間21cm	410.9	558.6	955.9
4	多肥苗	425.3	529.0	1108.7
5	中肥苗	443.1	658.9	945.2
6	少肥苗	277.5	396.6	913.1

*1 葉面積：葉数×葉身長×葉身幅×2

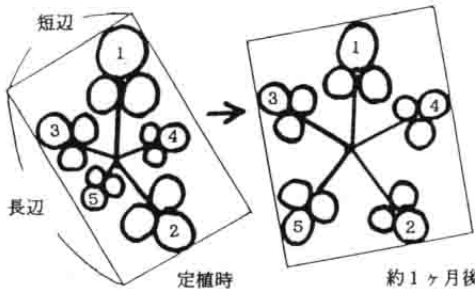


図6 イチゴの葉序と上方投影画像の長辺短辺比

投影画像による株の面積は12月13日には大きな差がみられ、株間のちがいによる葉の重なりの違いが大きかった。

上方投影画像に外接する最小面積となる長方形の長辺に対する短辺の比（図6）をとると、定植後初期は1以下の低い値を示すが、新葉の伸長によってその比は1に近づき、11月30日には最大になり、以後減少する傾向を示した。また、株間が広いほど初期の長辺短辺比の増加が大きく、新葉の展開が良いことを示した（図7）。

収量との関係については、上方投影画像による株面積と第1果房収量との間に正の相関がみられ、その相関係数は11月30日が $r=0.9440$ と最大になり、5%で有意であった（表11）。

表11 株面積と頂果房収量の相関係数

計測日	相関係数	有意性
10/12	0.3826	N.S
10/26	0.5071	N.S
11/11	0.9030	*
11/30	0.9440	*
12/13	0.8892	*
12/21	0.9162	*
1/5	0.8893	*

試験4：画像解析による株培養液濃度と定植時期の違いにおける生育解析

9月7日定植区は、初期から生育が旺盛で、上方投影面積は10月～11月にかけて600cm²以上あり、10月下旬に最高になった。そして定植時期が遅くなるに伴い初期の生育が緩慢になり、1月上旬中旬に面積が最高になった（図8、9、10）。これは培養液濃度が異なってもほぼ同じ傾向がみられた。

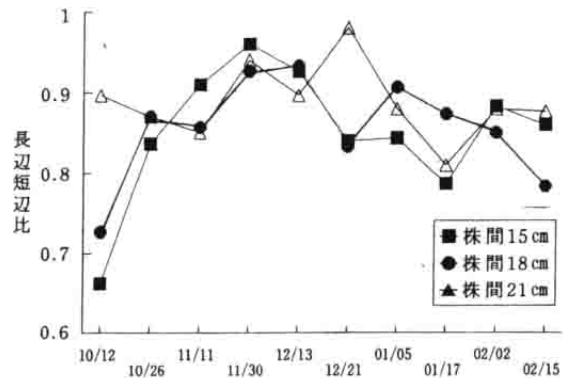


図7 株間が定植後の長辺短辺比に及ぼす影響

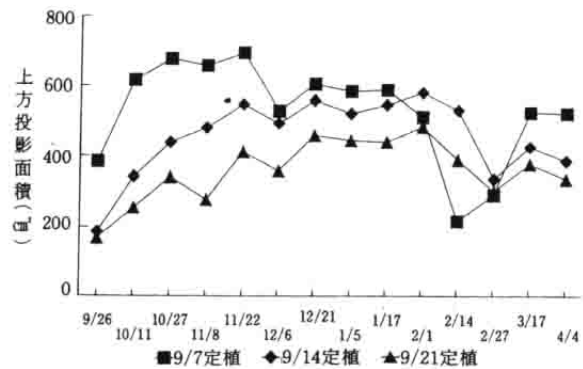


図8 定植時期が上方投影面積に及ぼす影響（高濃度）

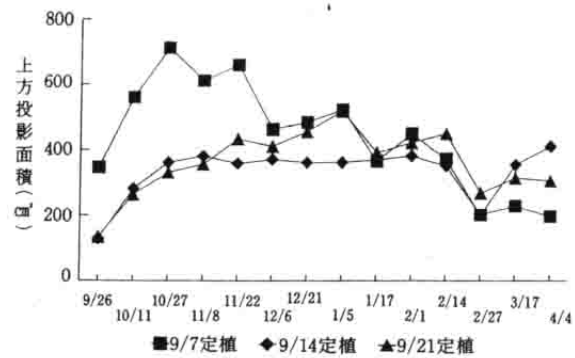


図9 定植時期の上方投影面積の及ぼす影響（中濃度）

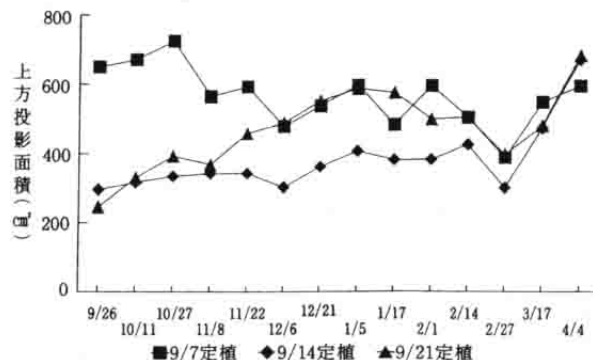


図10 定植時期が上方投影面積の及ぼす影響（低濃度）

考 察

定植時の株間と苗質が生育に及ぼす影響について調査したところ、株間の違いによっては定植2週間後及び3ヶ月後に有意差はみられなかった(表1、2)。育苗時の施肥量による苗質の違いは、定植から1ヶ月後までは有意差がみられたが、3ヶ月後には生育の有意差はみられなくなった(表5、6)。しかし頂果房収量では株間及び苗質により有意差がみられた。このように頂果房収量に差がありながら、生育の比較的早い時期の生育調査によっては予測できなかった(表4、8)。

そこで、このような収量の差を別の生育指標でとらえるために画像処理による生育解析を行った。その結果上方投影面積では、いずれの区も第1果房の収穫最盛期の1月5日頃最大になり、以後減少する傾向を示し、12月中旬から下旬には処理区間に大きな差がみられた(図4、5)。

従来は生育の評価のために適時生育調査を行い、葉数、株の草丈等と共に、株の中の代表的な葉(第3葉等)を調査して葉長、葉身長、葉身幅を測定し、それらの数値から生育の判断が行われている。しかし、ある時期の生育と収量の関係を見るには、従来のような株の中の代表的な葉を測定する方法では、差を適切に判定できないことがあり、本試験においては、このような場合でも株全体の上方投影面積を測定することで処理区間の差を検出することができた。

小田ら⁹⁾は非結球レタスで上方投影面積によって収穫期まで生長をモニタリングできることを明らかにしている。また、岩尾ら¹⁰⁻¹²⁾は植物工場での生育監視システムの開発によって、上方投影面積で苗の数日先の生育を推定することができるとしている。

イチゴは果菜類ではあるが、ナス科やウリ科等の他の

果菜類と違い草型が葉菜類に近く、葉序は2/5(144度の角度)に展開する。従って、上部からの画像によって葉菜類と同様に生育をモニタリングすることができると思われる。また、イチゴの上方投影面積は、葉に直接光が当たり光合成に直接関係する葉の面積であり、収量との関係が深いと考えられる。そこで、収量との関係についてみると、上方投影面積と第1果房収量との間に正の相関がみられ、その相関係数は11月30日が $r=0.9440$ と最大になり5%で有意であった(表10)。このことから、イチゴにおいて生育をモニタリングするには上方投影面積によるのが適当と考えられる。

次に、定植時の苗は早く伸張した葉は葉長が長いが新葉は短いため、苗の上方投影画像に外接する最小面積となる長方形は長辺と短辺の長さの差が大きくなる。しかし、新葉の伸長にともなってその差が小さくなり、外接する四角形は正方形に近くなり、長辺短辺比は1に近づいてくる(図6)。つまり、長辺短辺比が早く1に近くなるほど、新葉の展開が早いことを意味し、定植後の活着やその後の生育を判断する上で、有用な生育指標とすることができると考えられる。本試験では長辺短辺比が11月30日には最大になり、以後減少する傾向を示した(図7)。

また、長辺短辺比に上方投影面積を掛けた値をみると、9月7日定植では高濃度区と低濃度区が生育全期間において400以上の高い値を示すのに対して、中濃度区は1月以降急激に低下した。また、定植時期が遅くなるにつれて同値は低下した(図11)。同値と果房別収量との関係は、9月7日定植は同値が高くなるが収穫時期が11月~12月で果実肥大期の温度が高く小玉果するため、頂果房収量は9月14日定植が最も高くなった。しかし、収穫時期が低温期になる腋果房収量については、同値との間

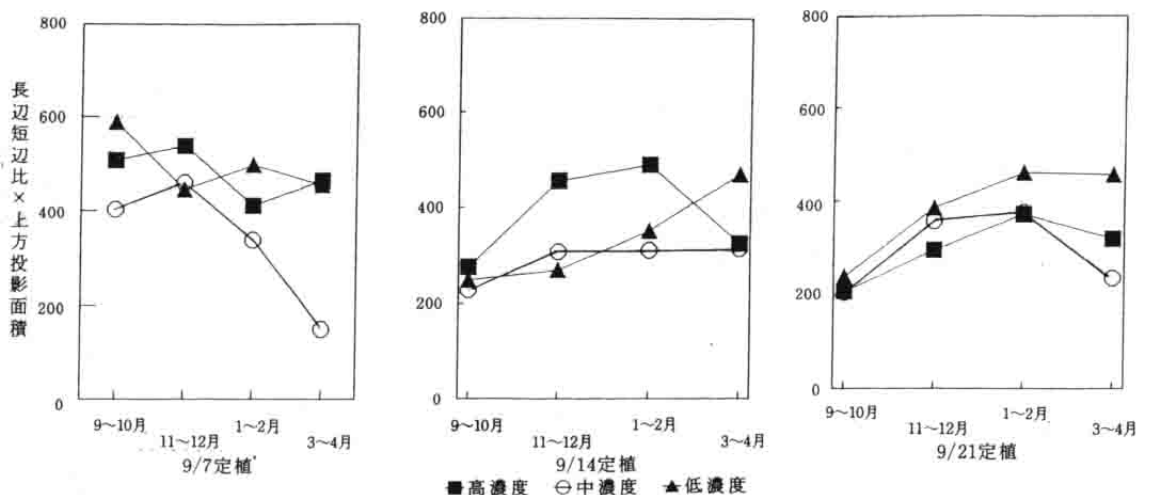


図11 定植時期と培養液濃度が長辺短辺比×上方投影面積に及ぼす影響

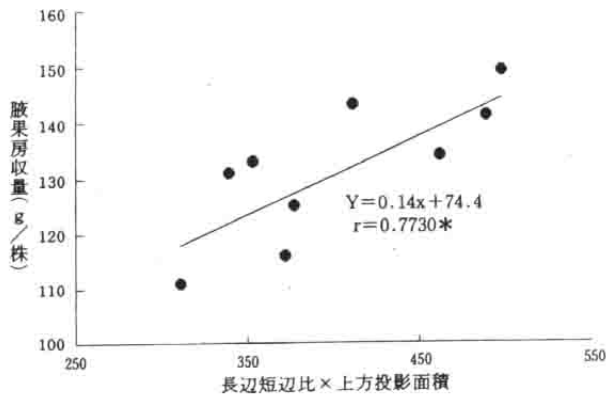


図12 腋果房収量と長辺短辺比×上方投影面積の相関関

に有意な正の相関がみられ（図12）、果実肥大期の温度の影響が大きいと考えられる。

さらに、長辺短辺比が最大になる時期は第1果房の収穫開始期にあたる。そこで、収穫開始期に上方投影面積及び長辺短辺比が最大になること、即ち、長辺短辺比は1以下であるので、長辺短辺比×上方投影面積が最大になる生育を目標とすることによって、第1果房の収量を増大することができると考えられる。

引用文献

- 1) Trooien, T.P. and D.F. Heermann (1992a), Measurement and simulation of potato leaf area using image processing. I. Model development, Trans. ASAE, 35, 1709-1712.
- 2) Trooien, T.P. and D.F. Heermann (1992b), Measurement and simulation of potato leaf area using image processing. II. Model results, Trans. ASAE, 35, 1713-1718.
- 3) Trooien, T.P. and D.F. Heermann (1992c), Measurement and simulation of potato leaf area using image processing. III. Model Measurement, Trans. ASAE, 35, 1719-1721.
- 4) Storlie, C.A. Stepanek, A. and Meyer, G.E (1989), Growth analysis of whole plants using video imagery. Trans. ASAE, 32, 2185-2189.
- 5) 長野敏英・原道宏 (1988)：根長測定への画像処理の応用, 農業気象, 44(1), 1-6.
- 6) Ninomiya, S. and I. Shigemori (1991), Quantitative Evaluation of soybean plant shape by image analysis. Jap. J. Breed, 41, 485-497.
- 7) 近藤直・芝野保徳 (1991)：果菜類の画像認識に関する研究（第1報）2値画像における果菜類の特徴量の抽出, 農業機械学会誌, 53(5), 51-58.

- 8) 近藤直 (1992)：ファイトテクノロジーのこころみ [4] 果菜類のかたち, 農業及び園芸, 67(1), 67-73.
- 9) 小田雅行・野中正義・星野和生 (1987)：レタスの投影面積と生長の関係, 農気東海誌, 45, 6-12.
- 10) 岩尾憲三・柴田孝信 (1991)：植物工場における野菜の画像計測と成長解析, 農気東海誌, 49, 16-20.
- 11) 柴田孝信・岩尾憲三・高野泰吉 (1991)：野菜の成育監視装置における画像処理手法, 農気東海誌, 49, 21-25.
- 12) 柴田孝信・岩尾憲三・高野泰吉 (1992)：画像処理による成育監視システムの開発, 農気東海誌, 50, 24-28.

Studies on the measurement of growth and development by image processing in strawberry plants

Kazuhisa TANAKA and Masahide ISOZAKI

Abstract

As a method of objective growth measurement, recently various types of measurement technologies are being developed making use of image processing.

These methods can measure growth changes with the passage of time, without destruction of plants, and there is a possibility that the growth index, differing from an evaluation depending on conventional size and weight can be obtained. Then we made use of image processing, examining a growth analytic method so as to grasp the growth of strawberry under different conditions and to judge the growth objectively.

1. As a growth index depending on image processing, an upper project area corresponding to the leaf area of a plant which a direct light hits, is suitable. The upper project area and the first cluster yield of the onset of the harvest term are correlated significantly.
2. We measured long and short side ratio by image processing (a ratio of long side corresponds to short side of a quadrilateral to the smallest area which circumscribes with an upper project picture.) Long and short side ratio near 1 showed the most favorable growth of strawberry and got the highest value for the onset of the harvest term of the first cluster yield.
3. Before the onset of the harvest term, to make largest upper project area \times long and short side ratio, produced the highest the first cluster yield.