

花房出蕾時期の土壤水分および草勢が、 イチゴ「とちおとめ」のがく焼け発生に及ぼす影響

稲葉幸雄・石原良行・植木正明¹⁾

摘要： 花房出蕾時期の土壤水分および草勢が、イチゴ「とちおとめ」のがく片のチップバーン症状（以下「がく焼け」）発生に及ぼす影響を検討した。がく焼けの発生は、花房出蕾時期の土壤水分がpF2.7程度に低下すると多くなり、土壤水分がpF1.8からpF2.4の範囲では、草勢の強い場合に発生が増加し、がく焼け程度もひどくなった。とちおとめは女峰に比べて株当たりの蒸散量が多い上に、11月中下旬のT/R率が女峰より高いことから、1次腋花房出蕾時期には根からの水分吸収と茎葉からの蒸散による水分収支のバランスが崩れやすい。したがって、土壤水分不足や茎葉の過繁茂ががく焼け発生の原因と考えられた。がく焼け発生を防止するためには、花房出蕾時期の土壤水分をpF1.8からpF2.1の範囲で管理するとともに、過繁茂的生育とならないよう注意することが重要である。

キーワード： とちおとめ、チップバーン、土壤水分、草勢

Effects of Soil Moisture and Plant Vigor at the Flower Cluster Emergence Stage on Calyx Burn of Strawberry cultivar 'Tochiotome'

Yukio INABA, Yoshiyuki ISHIHARA, Masaaki UEKI

Summary: The effects of soil moisture and plant vigor at the stage of emergence of flower clusters on the tip-burn syndrome of sepal (calyx burn) were studied in the strawberry cultivar 'Tochiotome'. Calyx burn became noticeable when the soil moisture dropped to about pF 2.7. In the soil moisture range of pF 1.8 to pF 2.4, calyx burn increased with decreasing soil moisture, and the degree of burn was higher when plant growth was vigorous. 'Tochiotome' had a higher rate of transpiration per plant than that of another cultivar of strawberry, 'Nyoho'. In addition, 'Tochiotome' had a higher T/R ratio than 'Nyoho' in mid- and late November. Therefore, in 'Tochiotome', the equilibrium between water uptake by root and transpiration from leaf and stem is apt to be unbalanced during emergence of the primary side cluster of flower buds. Thus, it is concluded that the main causes of calyx burn are shortage of soil moisture and excessive growth of stem and leaf. To prevent calyx burn, it is necessary to maintain soil moisture in the range of pF 1.8 to pF 2.1 at the stage of flower cluster emergence. The suppression of excessive vegetative growth is also important.

Key words : 'strawberry cultivar 'Tochiotome', tip burn, soil moisture, plant vigor

I 緒言

イチゴ品種「とちおとめ」は、栃木県における2002年産のイチゴ作付け面積564haの内、その97%にあたる547haで栽培されている。とちおとめは、優れた果実特性と高い収量性を兼ね備えているものの、チップバーンが発生しやすいという欠点がある³⁾。とちおとめのチップバーンは、苗の増殖期間中は、子苗やランナーの先端部に発生し、症状の重いものは枯死して苗不足の原因となっている。本圃で発生すると株の生育停滞を招くとともに、出蕾花房のがく片に発生した場合は、がく焼け症状を呈し(写真1)、いわゆるがく焼け果となって果実の商品価値を著しく低下させる。がく焼けの症状がひどい場合は、単に商品価値を低下させるだけでなく、花床が発達せず不受精果になることがある。とちおとめで発生するがく焼けの特徴は、以下のとおりである。①頂花房での発生は少なく、1次腋花房および2次腋花房で発生が多い。②花房がクラウン心部から出蕾する際に発生し、花房全体が完全に出蕾終了した後に発生することはない。③同一花房内では1番花や2番花など肥大率の高い低次花のがく片に発生し、高次花の発生は極めて少ない。④がく焼けが発生する場合は、必ず同時期に出葉した新葉にチップバーンの発生を伴う。

イチゴのチップバーンは、Ca欠乏が直接の原因とされ^{1) 4)}、既存品種では宝交早生が特異的に発生しやすく⁴⁾、とよのかでも過剰施肥による根傷みが原因で発生する²⁾。しかし、とちおとめが普及する以前の主力品種であった女峰においては、チップバーンの発生は極めてまれであり、チップバーン発生には明らかな品種間差が認められる。

そこで、本試験では、とちおとめのがく焼けを誘発する栽培的要因を明らかにするため、花房出蕾時の土壤水分の多少および草勢の強弱が、がく焼け発生に及ぼす影響について検討した。また、チップバーン発生に直接関連すると考えられる蒸散⁵⁾およびCaの影響についても検討を加えた。



写真1 がく片に発生したチップバーン症状

II 試験方法

試験1. 土壤水分および葉数の影響

1995年6月26日に採苗し、10.5cmポリポットに仮植した。8月1日から29日まで夜冷短日処理した苗を、処理終了後直ちに本圃に定植した。定植は畝幅110cm、株間21cmの2条高畝とし、施肥量はa当たり窒素2.0、りん酸3.0、加里2.0kgを全量基肥として施用した。保温は10月26日から行い、昼温25℃、夜温8℃を目標に管理した。

処理は土壤水分2水準(pF1.9, 2.4)と葉数3水準(4枚, 8枚, 放任)を組み合わせた6処理を設け、1区10株の2区制で実施した。土壤水分処理は頂花房開花始期の10月5日から収穫終了時まで行い、地中15cmの深さにテンションメータを埋設して調節した。葉数は定植後から3月末日まで常時設定した葉数となるように適宜摘葉した。がく焼けは収穫果実のがく片のチップバーンの程度を軽, 中, 重の3段階に分けて調査した。収量は8g以上を可販果として3月末日まで調査した。

試験2. 土壤水分および草勢の強弱(電照の有無)の影響

1996年7月15日に採苗し、10.5cmポリポットに仮植した。8月20日から9月10日まで夜冷短日処理した苗を処理終了後直ちに本圃に定植した。

処理は土壤水分2水準(pF1.8, 2.3)と草勢の強弱をつけるため電照の有無を組み合わせた4処理を設け、1区20株の1区制で実施した。土壤水分処理は定植7日後の9月17日から翌年の4月10日まで行った。電照は日長15時間の日長延長方式で、11月7日から翌年の2月28日まで行った。本圃の定植様式、本圃施肥量、定植後の温度管理、土壤水分制御およびがく焼けの調査は、試験1と同様に行った。収量は8g以上を可販果として4月末日まで調査した。葉面積は予備試験により求めた次の回帰式を用いて計算した。 $y = 1.54X + 11.7$ ($r^2 = 0.86$)、Xは中央小葉の葉身長×葉幅。

試験3. 1次腋花房出蕾時の土壤水分の影響

1997年7月15日に採苗し、10.5cmポリポットに仮植した。8月20日から9月10日まで夜冷短日処理した苗を処理終了後直ちに本圃に定植した。

処理は1次腋花房出蕾時の土壤水分を変えた3処理(pF1.5, 2.1, 2.7の3水準)を設け、1区80株の1区制で実施した。土壤水分処理は1次腋花房の出蕾開始時期の約10日前に当たる11月10日から出蕾終了の12月下旬まで行った。がく焼けは1次腋花房の1番花のみを調査対象として、出蕾時におけるがく片のチップバーンの程度を無, 軽, 中, 重の4段階に分けて調査した。飽和水分不足度は、1次腋花房出蕾時の大きさの揃った展開第3

葉を、葉柄を付けたまま採取し、採取した葉の葉柄先端部分を水を満たしたビーカーに差して24時間給水させた時の重さを飽和時の重さとして、次式により求めた。(飽和時の重さ－採取時の重さ) ÷ (飽和時の重さ－乾燥時の重さ) × 100。測定には各処理とも8枚を供試した。葉面積は前記と同様の回帰式を用いて求めた。本圃の定植様式、本圃施肥量、定植後の温度管理および土壤水分制御は試験1と同様に行った。

試験4. 生育ステージと蒸散量の関係

品種はとちおとめと女峰を供試した。1999年7月15日に採苗し、10.5cmポリポットに仮植した。8月20日から9月9日まで夜冷短日処理した苗を、9月10日に18cmポリポットに定植した。育苗ポットおよび定植ポットの培地にはクリプトモス混合培地を用いた。ポット定植後はかん水を兼ねて液肥を適宜施用した。10月下旬にガラス室内に搬入し、昼温25℃、夜温10℃を目標に管理した。

蒸散の測定は重量法を用いて行った。測定は11月5日、11月17日および12月3日の3回行い(いずれも測定前日および当日は快晴であった)、午前9時から翌日の午前9時まで1時間おきにポット株の重量を測定し、減少した重量をみかけの蒸散量(以下「蒸散量」とした。重量測定後直ちに葉面積計を用いて、株毎の葉面積を計測した。各測定時期とも10株を供試した。蒸散の測定に当たっては、ポット培地面およびポット底穴からの蒸発を防ぐためポット全面を塩ビのラップフィルムで被覆した。

試験5. 培養液中のCa濃度の影響

品種はとちおとめと女峰を供試した。2000年9月中旬に18cmポリポットに定植し、雨よけハウスで越冬させた苗を、2001年4月1日に根土を落として、培養液を満たした容量20Lのプランターに3株ずつ定植し、4月28日まで塘液状態で栽培した。培養液は1週間ごとに全量交換した。処理は培養液中のCa濃度を変えた3処理(標準区、1/2濃度区および無施用区)を設けた。試験規模は1区3株の1区制で実施した。培養液は大塚A処方1/2濃度を標準区とした。培養液作成用の原水は、イオン交換樹脂を通してCaを除去した水道水を用いた。4月28日で栽培を終了し地上部の生育、チップバーンの発生程度および根の状態について調査した。チップバーンの発生程度は無、軽、中、重の4段階とした。

Ⅲ 結果

試験1. 土壤水分および葉数の影響

土壤水分および葉数が、がく焼け発生に及ぼす影響を

第1表に示した。土壤水分による影響をみると、1月と2月のがく焼け果発生率に有意な差が認められたが、発生率はいずれも1%以下で極めて低かった。3月の発生率および総発生率に有意な差は認められなかった。葉数の影響をみると、1月を除き発生率に有意な差が認められ、葉数が多いほどがく焼け果発生率が高くなった。程度別の発生率では、水分の影響は認められなかった。しかし、葉数では、軽度および中程度の発生率に差が認められ、葉数が多い区ほどがく焼け程度が重くなる傾向であった。

土壤水分および葉数が、生育・収量に及ぼす影響を第2表に示した。11月9日および12月1日の時点では、葉柄長に処理間差は認められなかったが、1月8日の生育には土壤水分と葉数の影響が認められ、土壤水分、葉数が多い区ほど葉柄長が大きかった。1次腋花房の出蕾初期については、少水分区でやや早い傾向であったが、有意な差ではなかった。収量は多水分区で高く、葉数では8枚区と放任区で高くなった。

試験2. 土壤水分および草勢の強弱(電照の有無)の影響

土壤水分および草勢の強弱(電照の有無)が、がく焼け発生および生育・収量に及ぼす影響を第3表に示した。花房別のがく焼け果発生率をみると、1次腋花房では、少水分区および無電照区で発生率が高い傾向であった。2次腋花房では、少水分区の発生率が高いことは1次腋花房と同じであったが、電照区の発生率が極端に高くなり、1次腋花房とは逆の傾向を示した。要因別の影響をみると、1次腋花房では、電照の影響よりも土壤水分の影響が大きく、2次腋花房では、電照の影響が大きかった。収量は多水分・電照区が最も高く、少水分・無電照区の収量が最も低くなった。葉面積の推移をみると、1次腋花房の出蕾時期に当たる11月18日段階では、処理間の差はほとんど認められなかったが、12月24日ではいずれの水分処理区も電照区の葉面積が大きく、この傾向は2次腋花房の出蕾開花時期に当たる1月27日においても同様であった。

試験3. 1次腋花房出蕾時の土壤水分の影響

土壤水分が1次腋花房1番花のがく焼け発生に及ぼす影響を第4表に示した。がく焼け発生率はpF2.1区が最も低く、次いでpF1.5区、pF2.7区の順に高くなった。株当たり葉面積はpF1.5区とpF2.1区で差がなかったが、pF2.7区は小さかった。飽和水分不足度は、pF1.5区とpF2.1区では差がなかったが、pF2.7区はやや高い値を示した。出蕾初期は、pF2.7区が11月22日で他の処理区より5日早かった。頂花房の収穫始期は各処理区とも11月25

日であった。
各水分処理区における出蕾日ごとのがく焼け発生株数と
がく焼け程度を第1図に示した。がく焼けは、各処理区

とも11月18日から27日の期間に出蕾した株で発生し、11
月28日以降に出蕾した株では、ほとんど発生しなかった。

第1表 土壤水分および葉数が、がく焼け発生に及ぼす影響

水分	処理 葉数	がく焼け果時期別発生率 %						がく焼け果程度別発生率 %			
		11月	12月	1月	2月	3月	合計	軽	中	重	合計
多 (pF1.9)	4	0	0	0	0.2	0.4	0.6	0.4	0	0.2	0.6
	8	0	0	1.6	1.2	2.9	5.7	4.2	1.1	0.4	5.7
	放任	0	0	0.4	2.5	4.3	7.2	5.4	1.4	0.4	7.2
少 (pF2.4)	4	0	0	0.4	0.2	2.1	2.7	2.3	0.4	0	2.7
	8	0	0	0	0.5	2.0	2.5	2.2	0.3	0	2.5
	放任	0	0	0	1.8	5.1	6.9	5.4	1.2	0.3	6.9
F 検 定	水分(A)			*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	葉数(B)			ns	**	*	**	**	*	ns	**
	A×B			*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

注1. がく焼け果は、収穫果実のがく片のチップバーン程度を調査した。
2. 時期別発生率は、その月のがく焼け果の発生数を総収穫果数で除して求めた。
3. *印は5%、**印は1%水準で有意であることを示す。

第2表 土壤水分および葉数が、生育・収量に及ぼす影響

水分	処理 葉数	葉柄長 cm			1次腋花房出蕾日 月/日	収量 g/株
		11/9	12/1	1/8		
多 (pF1.9)	4	13.3	12.6	7.5	11/24	574
	8	14.7	14.4	9.1	11/23	780
	放任	14.6	13.9	9.3	11/23	762
少 (pF2.4)	4	13.8	13.0	7.0	11/20	545
	8	14.5	15.1	8.2	11/14	704
	放任	14.8	15.3	8.5	11/19	690
F 検 定	水分(A)	ns	ns	*	ns	**
	葉数(B)	ns	ns	**	ns	**
	A×B	ns	ns	ns	ns	ns

注. *印は5%、**印は1%水準で有意であることを示す。

第3表 土壤水分および草勢の強弱(電照の有無)が、がく焼け発生および生育・収量に及ぼす影響

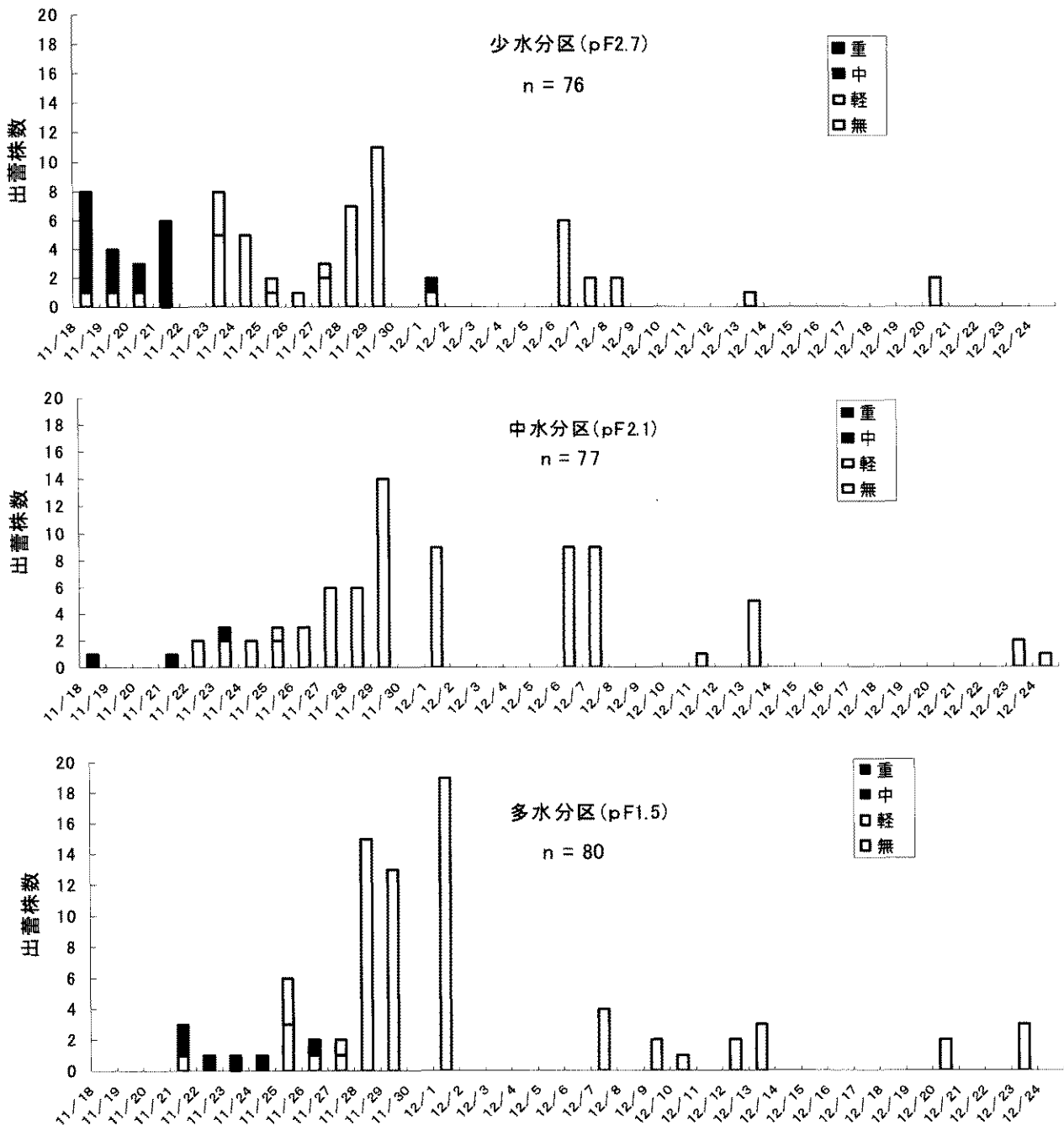
水分	電照	がく焼け果発生率 %			葉面積 cm ²			開花始期 月/日			収量 g/株
		1次腋花房	2次腋花房	合計	11/18	12/24	1/27	頂花房	1次腋花房	2次腋花房	
多 (pF1.8)	有	1.1	24.2	25.3	152.8	153.5	164.0	10/23	11/28	1/26	708
	無	5.3	9.4	14.7	146.3	63.3	52.0	10/22	11/30	2/3	628
少 (pF2.3)	有	8.3	26.7	35.0	146.0	134.6	183.9	10/23	11/28	1/25	611
	無	10.9	13.2	24.1	149.2	67.8	44.7	10/24	11/28	2/2	514

注1. がく焼け果は、収穫果実のがく片のチップバーン程度を調査した。
2. 花房別発生率は各花房内での発生率を示した。
3. 葉面積は、展開第3葉の葉面積を示した。
4. 1次腋花房の出蕾期間は、11月8日～11月20日頃であった。
5. 2次腋花房の出蕾期間は、1月中旬から下旬であった。

第4表 土壤水分が1次腋花房1番花のがく焼け発生に及ぼす影響

処理 (水分量)	がく焼け程度別発生率 %			% 合計	株当たり葉面積 cm ²	飽和水分不足度 %	出蕾始期 月/日	収穫始期 月/日
	軽	中	重					
多(pF1.5)	6.2	2.5	5.0	13.7	1,292	4.7	11/27	11/25
中(pF2.1)	3.8	1.2	2.5	7.5	1,274	4.8	11/27	11/25
少(pF2.7)	8.8	7.5	17.5	33.8	1,098	5.3	11/22	11/25

- 注1. 程度別発生率は、発生数を1番花の総数で除して求めた。
 2. 株当たり葉面積および飽和水分不足度は、1次腋花房出蕾開始時期に当たる11月19日に調査した。
 3. 出蕾始期は、50%の株が出蕾した日の平均日とした。

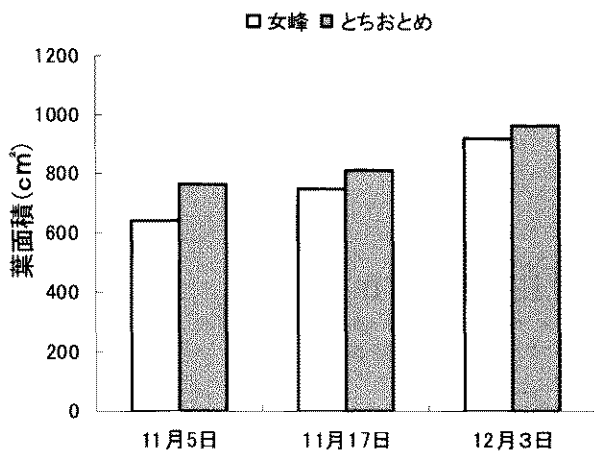


第1図 1次腋花房出蕾日ごとのがく焼け発生株数とがく焼け程度

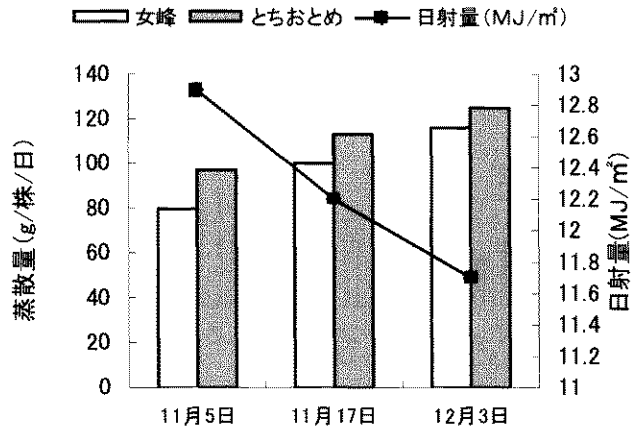
試験4. 生育ステージと蒸散量の関係

葉面積の推移を第2図に、蒸散量および蒸散速度の推移を第3図、第4図に示した。11月5日、11月17日および12月3日のいずれの時期においても、とちおとめの葉面積は女峰より大きかった。蒸散量は葉面積の増加とともに多くなり、いずれの時期もとちおとめの蒸散量が女峰を上回っていた。蒸散速度についてもとちおとめが高く、時期では1次腋花房出蕾直前の11月中旬に最も高く

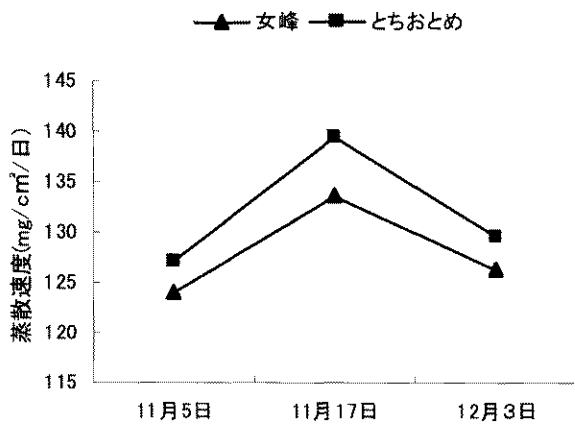
なり、その後低下した。T/R率および頂花房重の推移を第5図に示した。T/R率は、11月中旬までは品種間の差が小さいが、収穫始期の12月上旬では女峰の2.24に対し、とちおとめは3.12の高い値を示した。頂花房重はいずれの時期もとちおとめが高く、1次腋花房の出蕾時期に当たる11月中旬から12月上旬にかけての増加が著しかった。



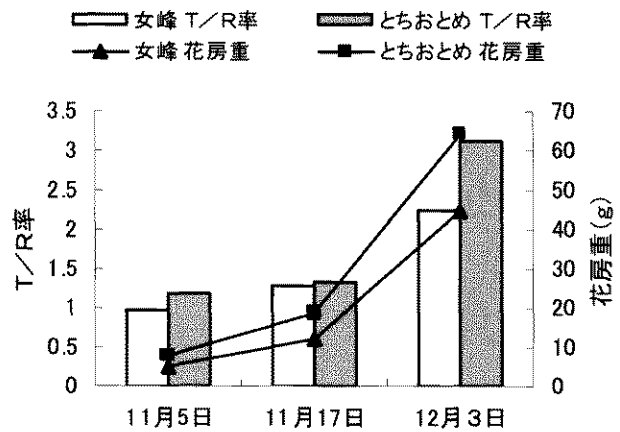
第2図 葉面積の推移



第3図 蒸散量の推移



第4図 蒸散速度の推移



第5図 T/R率および花房重の推移

試験5. 培養液中のCa濃度の影響

各培養液中のCaイオン濃度を第5表に示し、生育およびチップバーンの発生程度を第6表に示した。両品種ともCa濃度が低いほど葉柄長、葉の大きさ、根重とも小さかった。標準培養液では両品種ともチップバーンの

発生はみられなかったが、1/2Ca濃度区で程度の軽い発生がみられた。Ca無施用区では、両品種とも供試した全株に重から中程度のチップバーンが発生した。

第5表 培養液のECおよびCa濃度

	EC dS/m	Ca ²⁺ ppm
標準培養液	1.37	40.4
1/2Ca濃度	1.40	28.4
Ca無施用	1.39	5.3

第6表 培養液のCa濃度が、生育およびチップバーンの発生に及ぼす影響

品 種	培養液組成	葉柄長 cm	葉の大きさ cm		チップバーン程度(株)				根 重 (乾物g/株)
			たて	横	無	軽	中	重	
とちおとめ	標 準	21.1	15.0	10.1	3				15.6
	1/2Ca濃度	17.3	10.8	7.1	1	2			14.8
	Ca無施用	14.9	9.4	6.6		2		1	13.5
女 峰	標 準	27.0	15.7	11.6	3				11.8
	1/2Ca濃度	15.5	11.2	7.9	1	2			9.7
	Ca無施用	-	-	-				1 2	8.4

注. 女峰のCa無施用区は、株の萎れが激しく葉柄長および葉の大きさは測定できなかった。

IV 考察

がく焼けは、展開中の新葉に発生するチップバーンと同一時期に連動して発生している。一般に野菜に発生するチップバーンは、Ca欠乏による生理障害とされ^{5, 6, 7, 8)}、イチゴでは生育伸長が旺盛なランナーや展開中の新葉および出蕾途中の花房に十分なCaが供給されなかった結果発生すると考えられている。チップバーンの発生メカニズムは完全に解明されていないが、Caの欠乏による乳細胞の破壊と、その分泌物により周囲の分裂組織が破壊される現象といわれている⁹⁾。金指⁴⁾らは宝交早生のチップバーンを伴った異常花の発生要因を明らかにするため砂耕栽培を行い、Ca欠乏区でチップバーンが多発することを明らかにした。本試験でもとちおとめと女峰の1/2Ca濃度区およびCa無施用区でチップバーンが発生し、培養液のCa濃度を低下させるとチップバーンが発生することが確認された。

Caは能動的に吸収される養分ではなく、吸水に伴って消極的に吸収される養分であり¹¹⁾、また体内における転流はもっぱら溢液現象に大きく支配されている。溢液は根圧によって葉縁の水孔から水分が排出される現象であることから、健全な根の活動を示す指標と考えられている⁴⁾。この溢液現象に関して、とちおとめと女峰で

は明らかな違いが観察されている。女峰は通常の栽培管理では12月中旬頃まで活発な溢液がみられるが、とちおとめでは12月上旬頃から溢液がみられなくなる³⁾。したがって、とちおとめは女峰より早い時期から根の機能低下がおこっていると推測され、この溢液現象の低下がチップバーンの発生に影響を及ぼしていると推察される。

とちおとめは、女峰に比べて1次腋花房出蕾時の草勢が旺盛で、葉面積が大きい上に蒸散量、蒸散速度とも高い。T/R率は11月中旬まで女峰と変わらないが、1次腋花房出蕾始期に当たる11月下旬から急激に高まり、女峰以上に地上部の割合が高くなり生育バランスが崩れやすい。さらに、とちおとめは11月中旬以降急激に果実が肥大するため、果実への養水分供給割合が女峰より多いと推測される。また、この時期は地上部の生育速度および生育量が最も大きくなる時期に相当することから、繁茂した茎葉とシンク活性の高い肥大期の頂花房に優先的に養水分が供給され、出蕾始めの1次腋花房で一時的な水分飢餓状態が生じ、がく焼けが発生すると考えられる。生育量が最も旺盛でかつ頂花房の収穫始期にあたる11月18日から27日にかけて出蕾した花房にがく焼けが発生し、その後出蕾した花房では、ほとんどがく焼けが発生していない。これは頂花房の収穫が始まったことで、花房への養水分の転流割合が相対的に低下したこと、日射

量および外気温の低下に伴い、生育速度が低下し蒸散量が減少したことが原因と考えられる。

葉数制限または電照の有無による草勢の強弱が、がく焼け発生に及ぼす影響を検討した結果、葉数が多いほどまた草勢が強いほど、がく焼けの発生が多くなり、がく焼け程度も重くなった。またpF1.8からpF2.4の範囲では、土壌水分の多少よりも生育の強度ががく焼け発生に大きく影響するものと考えられた。

これまでに育成された促成栽培用品種の中で、がく焼け発生が問題とされた品種は、宝交早生¹⁾の他に、章姫や紅ほっぺ⁹⁾がある。宝交早生以外の品種は、いずれも花房出蕾時の草勢が極めて旺盛な点がとちおとめと共通している。竹内ら¹⁰⁾は、紅ほっぺを用いて、かん水量と施肥量ががく焼け発生に及ぼす影響を検討し、pF1.5からpF2.3の範囲では土壌水分の影響は認められず、多肥栽培で草勢が強くなった場合に、がく焼けが多発したと報告し、本試験と同様の結果となった。

土壌水分の多少が、がく焼け発生に及ぼす影響を検討した結果、土壌水分pF1.9とpF2.4ではがく焼け発生に及ぼす影響がほとんど認められず、イチゴの最適な土壌水分の指標とされるpF2.1^{12), 13)}で発生が最も少なく、pF2.7の極端な乾燥状態では、発生が多くなった。またpF1.5とpF2.1では飽和水分不足度に差がみられなかったが、pF2.7は明らかに飽和水分不足度が高まっており、葉の水分不足状態が、がく焼けの発生に関連していると推察された。一方pF1.5のような加湿状態でも水分の影響が現れ、がく焼けが多くなることが明らかとなった。

以上の結果から、とちおとめで発生するがく焼けは、花房出蕾時期の土壌水分不足および過繁茂的生育による蒸散量の増加が原因と考えられた。がく焼け発生を軽減し、高収量・高品質のイチゴ生産を行うためには、土壌水分をpF1.8からpF2.1の範囲で管理し、過繁茂的生育とならないよう注意することが重要である。

謝辞

本試験の遂行に当たり、小倉東次郎技査、稲葉正雄主任技術員には、試験圃場の管理等に多大の協力を頂いた。また、赤木博前栃木分場長、木村栄栃木分場長、深澤郁男いちご研究室長、小島耕一園芸技術部長、中村弘男南河内分場長、亀和田國彦環境保全研究室長には、とりまとめに当たり貴重なご助言を頂いた。ここに記して感謝の意を表する。

引用文献

1. 本田藤雄(1995)イチゴの生育診断(2). 農及園70(1):41-46.
2. 本田藤雄・岩永喜裕・松田照男・森下昌三・伏原肇(1985)イチゴ新品種「とよのか」の育種に関する研究 野菜試報 C8:39-57.
3. 石原良行・高野邦治・植木正明・栃木博美(1996)イチゴ新品種「とちおとめ」の育成. 栃木農試研報44:109-123.
4. 金指信夫・佐田稔・池谷保緒(1980)イチゴ促成栽培における異常花の発生防止対策. 農及園55(3):427-431.
5. 丸尾達(1986)サラダナのTipburnに関する研究(第1報)葉位別Ca栄養について. 園学要旨. 昭和61年秋:276-277
6. Olson, K. C., Tibbitts, T. W. and Struckmeyer, B. E., (1967) Morphology and significance of laticifer rupture in lettuce tipburn. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91: 377-385.
7. 清水武(1990) 要素障害診断辞典:190-191.
8. 孫禎翼・高倉直(1989)植物工場におけるサラダナの蒸散量とチップバーンに対する培養液の電気伝導度と光条件の影響. 農業気象 44(4):253-258.
9. 竹内隆・藤浪裕幸・河田智明・松村雅彦(1999)イチゴ新品種「紅ほっぺ」の育成経過と主特性. 静岡農試研報44:13-24.
10. 竹内隆・大塚寿夫(2001)静岡農試生物工学試験成績書:27-28.
11. 竹内常雄(2000)ロックウールを用いた培養液循環方式栽培におけるイチゴ章姫の養分吸収特性. 静岡農試研報45:13-23.
12. 栃木農試栃木分場(1991)野菜試験成績書:28-29
13. 栃木農試栃木分場(1996)野菜試験成績書:32-33
14. 宇田川雄二(1987)イチゴ栽培の実際(2). 農及園62(2):279-284.