

イチゴにおける ^{14}C 光合成産物の転流・分配に及ぼす花房の 発育段階の影響

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
著者	西沢, 隆 堀, 裕
巻/号	57巻3号
掲載ページ	p. 433-439
発行年月	1988年12月

イチゴにおける ^{14}C 光合成産物の転流・分配に及ぼす 花房の発育段階の影響

西沢 隆*・堀 裕**

東北大学農学部 980 仙台市堤通雨宮町

Translocation and Distribution of ^{14}C -Photoassimilates in Strawberry Plants Varying in Developmental Stages of the Inflorescence

Takasni NISHIZAWA and Yutaka HORI

Faculty of Agriculture, Tohoku University,
Tsutsumidori-Amamiyamachi, Sendai 980

Summary

Translocation and distribution of photo-assimilates in strawberry plants were studied by pulses-feeding $^{14}\text{CO}_2$ at different developmental stages of inflorescence.

1. After feeding the largest leaf at the fruit coloring stage, there were distinguished a rapid phase of about 6 hours and a subsequent slow phase in ^{14}C export on the basis of ^{14}C recovered. The current export was terminated about 16 hours after feeding with a percentage value of 50, about 90% of which was distributed in the berries.

2. When all the leaves were fed, the total export to plant parts other than leaves increased from around 20% after feedings at and before flowering to 52% after feeding at the coloring stage of the ^{14}C exported, about 40% was found in the roots and only 20% in the flowers after feedings at and before flowering. After later feedings, the distribution to the roots decreased and that to the berries increased gradually, reaching 86% at the coloring stage.

3. Within an inflorescence, distribution to the receptacle increased from 70% after feeding at the budding stage to 89% after the coloring stage, although it decreased to 30% temporarily after feeding at the growing stage. Corresponding to this decrease, distribution to the achenes increased to 68% but soon decreased to 9% after feeding at the coloring stage.

4. Within an inflorescence, there was recognized competition for ^{14}C assimilates among flowers; this was especially true between the primary and tertiary flowers.

5. In individual flowers, sink activity decreased, though temporarily, near flowering. This flowering of sink activity seemed to be intrinsic, and should be distinguished from lowering by competition (with other flowers).

緒 言

イチゴは休眠覚醒後の長日・高温下で新葉が急速に伸長・拡大し、同時に既に分化している花房が発達して開花・結実する。イチゴの花房は光合成産物に対し高いシンク活性をもつ(10, 11, 14)ので、着果過多の場合には新葉や根への分配が減少し、それらの拡大・伸長が抑制され、その結果その後の果実収量が減少する(6, 7, 8)。

本実験では『なり疲れ』と呼ばれるこのような現象の解明を含めて、イチゴ花房の発育・肥大に伴う光合成産物の転流・分配の推移を明らかにしようとした。

材料及び方法

材料はすべて‘ダナー’ (ウィルスフリー株) を供試し、径 24 cm の駄温鉢に定植した。実験 1～4 を通じて各処理 3 個体とし、 $^{14}\text{CO}_2$ の施与方法及び ^{14}C 放射能の測定方法は、実験 4 を除いて、すべて前報(1, 12)に従った。なお、生育段階によって『花』が『果実』(偽果、真の果実は種子と記す)の意味を含む場合でも『花』で統

1987年6月15日受理

* 現在 東京大学農学部

** 1987年3月31日退官

一し、『花房』、『花梗』、『花托』についても同様に扱った。更に同一花房内の花については、第一次枝梗花(花数1)を第一花(primary flower)とし、同様に第二次及び第三次枝梗花(花数それぞれ2, 4)をそれぞれ第二花(secondary flowers), 第三花(tertiary flowers)と略した。

実験 1. ^{14}C 光合成産物の転流・分配の時間的变化

1982年9月1日, 子株を鉢上げし, 露地栽培した。翌年6月7日, 第1花房・第二花まで着色した個体を選んで, 最大葉1枚と第三花までの計7花を残し, 全葉, 全花房を摘除した。同日, 残した最大葉に 2.22×10^5 Bqの $^{14}\text{CO}_2$ を16時から30分間自然光下で施与し, 施与終了後17℃暗黒下にそれぞれ0, 1, 1.5, 2, 3.5, 6, 16及び24時間置いた後に植物体を採取し, 根, クラウン, 花梗, 花の各部位に分けて ^{14}C 放射能を測定した。

実験 2. 花房の発育に伴う ^{14}C 光合成産物の転流・分配

1983年9月1日, 子株を鉢上げし, 露地栽培した。翌年2月7日(強制休眠期), 3月8日(第1花房・第一花の蕾期), 4月12日(同開花期), 5月8日(同肥大期)及び6月8日(同着色期)の計5回, いずれも $^{14}\text{CO}_2$ 施与6時間前にそれぞれ第1花房・第三花までの計7花を残して全花房を摘除し, 16時から30分間, 2.22×10^5 Bqの $^{14}\text{CO}_2$ を自然光下で全葉に施与した。施与後は17℃暗黒下に17時間置いた後, 葉, 花, 花梗, クラウン, 根の各部位に分け, 第一花については更にかく, 花冠, 雄ずい, 花托, 種子の各部位に分けて, それぞれの ^{14}C 放射能を測定した。

実験 3. 花房の発育に伴う花相互間の ^{14}C 光合成産物の分配

1983年9月1日, 子株を鉢上げし, 翌年2月1日まで無加温のファイロンハウス内で栽培した。2月1日から22/17℃(明期/暗期)・14時間日長の空調ガラス室内に搬入し, 2日後の2月3日(第1花房・第一花の出蕾期), 9日後の2月10日(同開花期), 35日後の3月8日(同肥大期), 49日後の3月22日(同着色期)及び58日後の3月31日(同過熟期)の計5回, それぞれ最大葉と第1花房・第三花までの計7花を残して全葉, 全花房を摘除し, 2.22×10^5 Bqの $^{14}\text{CO}_2$ を16時から30分間, 自然光下で施与した。その後17℃暗黒下に17時間置いた後, 花のみを収穫してそれぞれの ^{14}C 放射能を測定した。

実験 4. 開花期の前, 後における ^{14}C 光合成産物の花への取り込み

1984年8月15日, 子株を鉢上げして露地栽培し, 翌年

2月15日に生育のそろった27個体を選んで水耕(M式水耕:水槽の大きさ=40×100×20cm)に移し, 移植による根痛みが回復する4月8日まで無加温ガラス室内で水耕を続けた。その間, 3月25日ごろに新たに1葉が展開し, 4月8日には第2花房まで開花した。4月8日に高温・長日(24/20℃, 14時間日長)の空調ガラス室に水槽ごと移し, 4月24日まで16日間栽培した。その間, 4月8日から始めて2日おきに計9回, 3個体ずつ, 最大葉の先端小葉と第3花房・第一花のみを残して, 生長点も含めて全葉, 全花房を摘除し, うち2個体については, 残した先端小葉を20×20×2cmの亚克力製同化箱に入れ, 毎分 1.48×10^8 Bqの $^{14}\text{CO}_2$ を含む CO_2 濃度400ppmの空気 0.61 min^{-1} を16時から25分間, 30klxの人工照明下(500w白熱灯使用)で連続施与し, 引続き5分間 $^{14}\text{CO}_2$ を含まない空気を施与した。この間, 施与葉に取り込まれなかった $^{14}\text{CO}_2$ を含む炭酸ガスは200mlの CO_2 吸収剤(カーボソルブ+エタノール=3:7v/v)を含む2本のトラップを通して捕集し, うち2mlを14mlのトルエンシンチレーター(2)に加えて ^{14}C 放射能を測定し, 施与した $^{14}\text{CO}_2$ 全量から吸収されなかった $^{14}\text{CO}_2$ 量を差し引いて光合成速度(量)を求めた。施与終了後は20℃暗黒下に17時間置き, 施与葉, 花房及びクラウンに解体して凍結・乾燥後, 部位別に ^{14}C 放射能を測定した。また, 各施与区とも, 3個体中の残りの1個体は乾物重のみを測定した。

なお, 結果の表示に当たって, 全転流率と分配率は前報(1,12)と同様, 回収量をもとに計算した。また, 各部位のシンク活性を示す場合, 実験2, 3では同じく前報に準じてRSS(シンクとしての相対的強さ)を使用した。実験4(花のみ)では繰返し個体間で生育や ^{14}C 取り込み量に大差がなかったため, 簡便のため乾物の ^{14}C 比放射能を使用した。

結 果

実験 1. 全転流率は施与0.5時間後では1%以下であったが, 以後急速に高まって, 施与6時間後には38%, 同16時間後には50%になり, その後の増加はみられなかった。各部位への分配率は, 施与0.5時間後では果実及び根でそれぞれ38%及び29%と高く, クラウン及び花梗では共に20%以下であったが, その後果実への分配が急速に高まって, 施与6時間後には88%になった。一方, 根への分配率は当初の29%から急速に低下し, 施与1.5時間後にはわずか3%になった。また, クラウンへの分配率も, 根と同様に, 施与2時間後で3%まで低下した。一方, 花梗では施与1.5時間後に一時的に34%まで高まったが, 同6時間後には4%に低下し

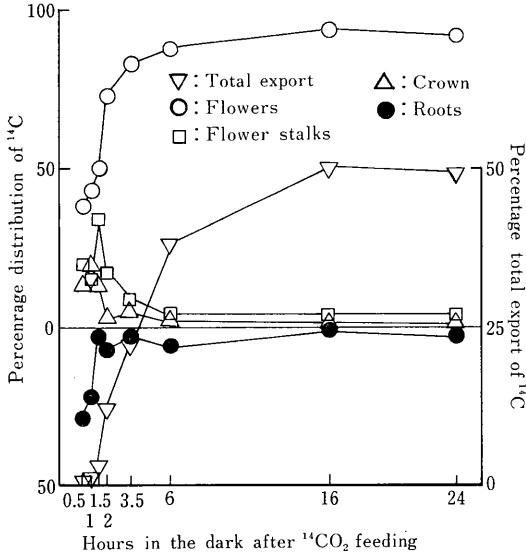


Fig. 1. Total export and distribution pattern of ^{14}C varying with time in the dark after $^{14}\text{CO}_2$ feeding (Expt. 1).

た(第1図)。

実験 2. 施与17時間後の全転流率は、4月12日までの施与区では20%以下であったが、6月8日施与区では52%に高まった。根への分配率は2月7日及び3月8日施与区ではそれぞれ43%及び40%と高かったが、その後順次低下し、6月8日施与区では2%になった。クラウンへの分配率は4月12日までの施与では28%前後であったが、その後急減して、6月8日施与区では5%になった。花梗への分配率は、4月12日までの

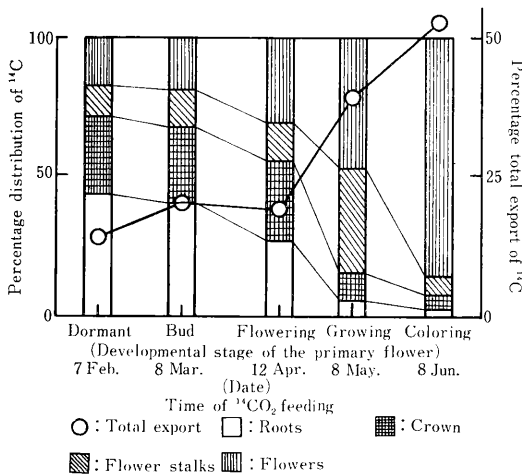


Fig. 2. Total export and distribution pattern of ^{14}C 17h in the dark after $^{14}\text{CO}_2$ feeding varying with developmental stages of the 1st inflorescence (Expt. 2).

施与区では11~14%とはほぼ一定であり、5月8日施与区では37%に高まったが、6月8日施与区では7%に急減した。花房への分配率は2月7日施与区では18%にすぎなかったが、その後順次高まって、6月8日施与区では86%になった(第2図)。

第一花の乾物重は4月12日には160mgにすぎなかったが、その後急増して、6月8日には1,230mgになった。第一花内各部位への分配率をみると、花托へのそれは2月7日施与区の6%から4月12日施与区の82%まで高まり、5月8日施与区では一時的に30%に低下したが、その後再び高まって、6月8日施与区では89%に達した。種子への分配率は、4月12日までの施与区では種子(花托から取りだすことが困難であった)を花托に含めて分析したので正確な値は分からないが、種子の発育程度からみて小さいものと思われる。しかし、種子を分離測定した5月8日施与区では一時的に68%と高まり、6月8日施与区では9%に激減した。雄ずい及び花冠への分配は4月12日までの施与区で認められ、それぞれ3~6%及び2~10%の分配率であった。また、がくへの分配率は2月7日施与区で80%と高かったが、5月8日及び6月8日の施与区では2%に激減した(第3図)。シンク活性を示すRSS(1,2)は2月7日施与区では花冠とがくで、3月8日、4月12日の両施与区では花托で高く、5月8日、6月8日両施与区では種子で高かった(第1表)。

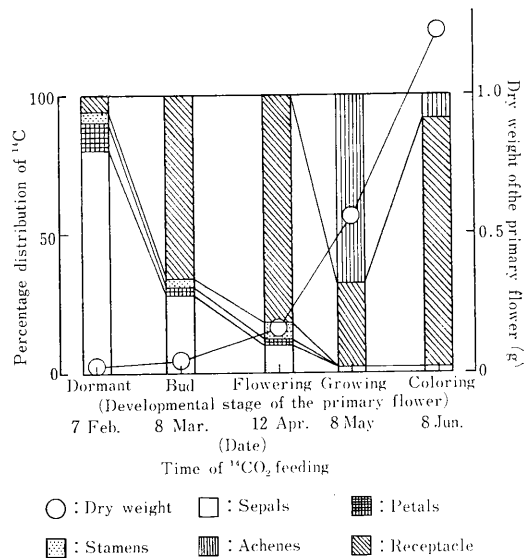


Fig. 3. Growth of the primary flower and distribution pattern of ^{14}C within a flower 17h in the dark after $^{14}\text{CO}_2$ feeding varying with developmental stages of the inflorescence (Expt. 2).

Table 1. Changes with time in RSS values of floral organs of the primary flower (Expt. 2).

Floral organs	Day of $^{14}\text{CO}_2$ feeding				
	Feb. 7	Mar. 8	Apr. 12	May 8	Jun. 8
Receptacle	41	264	256	107	39
Achense	—	—	—	115	119
Stamens	60	43	71	—	—
Pelals	200	40	40	—	—
Sepals	107	46	20	7	20

実験 3. 各花の乾物量は第一花、第二花（2花の合計）、第三花（4花の合計）とも、搬入2日後の50 mgから35日後の250 mgまでは徐々に、その後はいずれも急速に増加し、58日後には第一花は1,360 mg、第二、第三花は共に950 mgになった（第4図-A）。

第一花への分配率は、搬入2日後の33%から9日後の8%まで低下し、その後は高まって49日後には68%になったが、58日後には再び39%に低下した。これとは逆に第三花への分配率は、搬入2日後の28%から9日後の50%まで高まり、その後低下して49日後には3%になったが、58日後には再び26%に高まった。一方、第二花への分配率はいずれの施与区でも大差なく、搬入2日及び9日後ではそれぞれ38%及び42%であったが、その後低下して49日後には29%になり、58日後

にはわずかに高まって36%になった（第4図-B）。

RSSの変化は分配率のそれとほぼ同じ経過を辿った。すなわち、第一花では、搬入2日後の87から9日後の25まで低下し、その後増加して49日後には142に達したのに対し、第三花では搬入9日後で147と高く、49日後には16に低下した。一方、第二花では搬入35日後の106、同49日後の88がやや低かったほかは、いずれの施与区でも120前後であった（第4図-C）。

実験 4. 22°C前後の温度条件下で展開したイチゴの葉の光合成速度は、展開後10~30日の間は大差はなかったとされている(14)が、展開後14~30日の（2個体ずつ9回にわたってサンプリングした）葉を供試した本実験においても、施与葉の葉面積は平均24 cm²、光合成速度は平均15.5 mg CO₂ dm⁻²h⁻¹で、10~11%の個体差であった。また¹⁴C光合成量は¹⁴C施与量の約17%であり、その個体差は葉面積のそれよりもやや大きい程度であった。施与17時間後における¹⁴C全回収量は光合成量の約64%で、その61%が施与葉から回収された。したがって全転流率は39%と計算され、その個体差は光合成速度に比べてやや大きかった。また、呼吸による¹⁴C損失量は光合成量の約36%であった（第2表）。

長日・高温処理開始4日後に、第3花房・第一花が包葉の間から見え始め、12日後に開花した。また、14日

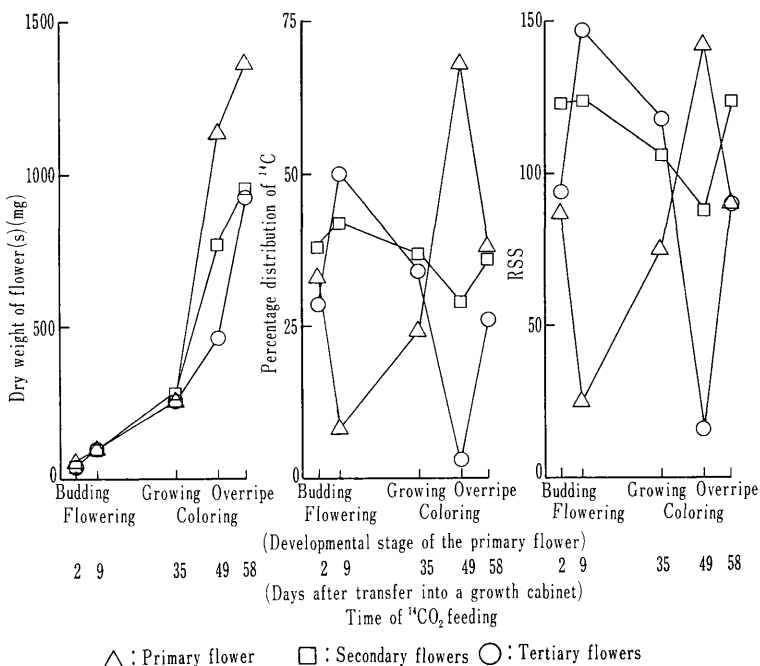


Fig. 4. Changes in (A) dry weights of the primary, secondary and tertiary flowers (1, 2 and 4 flowers in total, respectively), (B) distribution pattern of ^{14}C among them and (C) their sink activities 17 h in the dark after $^{14}\text{CO}_2$ feeding varying with developmental stages of inflorescence (Expt. 3).

Table 2. Photosynthesis, translocation and respiration in strawberry plants (Expt. 4).

Photosynthesis ^{2, 3}	
Leaf area of the fed leaflet (cm ²)	24.37±2.85
Photosynthetic rate (mg C dm ⁻² h ⁻¹)	15.45±1.58
Total ¹⁴ C photosynthesized in % of ¹⁴ C supplied	17.36±2.59
Translocation ² and respiration ²	
Total ¹⁴ C recovered 17 hours after feeding in % of ¹⁴ C photosynthesized	63.54±8.12
¹⁴ C recovered in the fed leaflet in % of total ¹⁴ C recovered	61.04±4.78
¹⁴ C recovered in plant parts other than the fed leaflet (in % of total export)	38.70±7.53
¹⁴ C respired in % of ¹⁴ C photosynthesized	36.46±7.48

² Averaged for 9 sampling with 2 plants each. Mean ± SD.

³ Calculated from (^{14}C supplied - ^{14}C recovered in CO_2 absorbent).

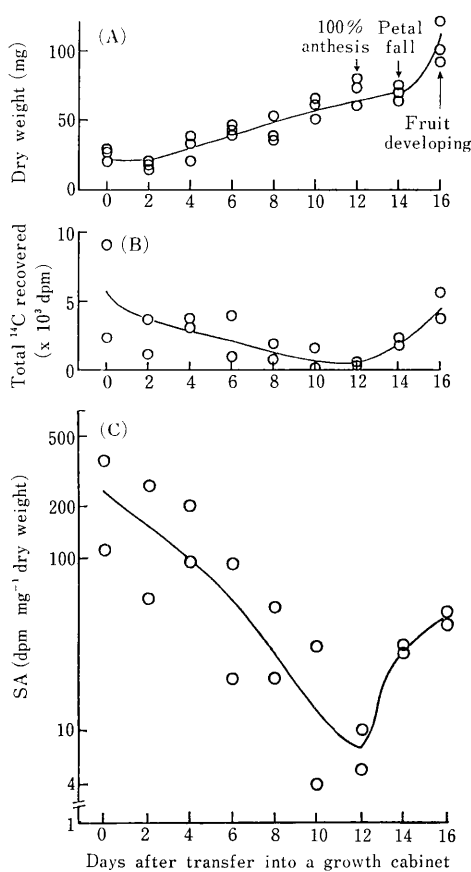


Fig. 5. Changes with developmental stages of a single flower retained in (A) its dry weight, (B) ^{14}C recovered in it and (C) its sink activity 17h in the dark after $^{14}\text{CO}_2$ feeding (Expt. 4).

後には花弁が離脱し、16日後には受精が完了して肥大を開始していた。

第一花の乾物重は、長日・高温に移した4月8日の20 mg から、14日後の70 mg まで順次増加し、16日後には110 mg と急増した(第5図-A)。花への分配量は、乾物重の増加とは反対に開花時まで順次低下して、開花時には最低の200 dpm となり、その後急増して、16日後には4,500 dpm となった(第5図-B)。その結果、シンク活性を示すSAは実験当初の4月8日に250 (dpm mg⁻¹dw) と最も高く、その後急速に低下して、12日後の開花時には最低の8となり、受精後再び高まって16日後には42となった(第5図-C)。

考 察

第一花房・第二花の着色期に最大葉1枚を残して全葉、全花房を摘除し、 $^{14}\text{CO}_2$ を施与した場合、全転流率は施与後6時間前後までは急激に、その後10時間ほどは緩やかに増加し、その増加に急、緩の2相が区別された。吉岡ら(17)も一段摘心トマトの果実肥大期に、施与後5時間を境に急緩の2相を区別している。更に本実験では、光合成産物は同化後1.5時間以下に花梗に達し、その後急速に果実へに分配され、施与6時間後には全転流率38%、果実への分配率88%に、同16時間後には率50%、果実への分配率94%に達して、当座の転流を全転流はほぼ終わることが明らかになった(第1図)。

第1花房・第一花の蕾期から肥大・成熟期における光合成産物の転流を、当座の転流がほぼ終わる施与17時間後のそれとみると、開花期までの施与では20%と低かったが、第一花の肥大期から着色期にかけての施与では39%から52%に増加した。IsmailとSager(3)のソラマメを用いた実験では、花房発育初期の ^{14}C 光合成産物の全転流率は30%以下で、その大部分が根や未展開葉に分配されたが、果実成熟期においては転流率が著しく高まり、しかも転流したものの80%が花に分配されたのに対し、根へのそれは10%以下であった。イチゴでもソラマメと同様、花房の肥大期から着色期にかけて光合成産物の花房への分配が増加する一方、根への分配が大きく低下することが明らかとなった。本実験では、 $^{14}\text{CO}_2$ を全葉に施与しているのだから、新葉への分配を測っていないが、上記の結果は、イチゴの盛果期には少なくとも一時的に新根の発生が困難となり、特に着果過多の場合にそれが著しく、その結果株全体がわい化する(6, 7, 8)という事実を、根における光合成産物の不足という点から裏付けるものといえよう(第2図)。

第一花の発育・肥大に伴う第一花内での ^{14}C 光合成産物の分配をみると、株が休眠状態にある2月7日施与区

では分配率はがくで、RSS はがくや花冠で高かった。しかし、蕾期の3月8日及び開花期の4月12日の施与区では花托への分配率が高まり、そのRSSも高かった。更に、受精後の肥大期には一時種子への分配率が高まり、過熟期には再び花托への分配率が高まったが、種子のRSSはいずれの時期でも高かった(第3図、第1表)。イチゴの果実が発育する過程にはオーキシン(13)やサイトカイニン(5)が関与することが知られている。しかし、このような内生生長物質が果実の光合成産物の取り込みにどの程度関与しているのか、更に、受精以前の花房の光合成産物の取り込みにもそれらが関与しているのかどうか、については明らかでなく、今後これらの点についても研究の必要があろう。

一つの花房内の個々の花の間で、それらの肥大に伴う光合成産物の分配をみると、第一花への分配率は、そのRSSと同様、第一花の開花期に明らかに低下した後、第一花の肥大期から着色期にかけて増大した。一方、第二、三花への分配率並びにRSSは第一花での増大期に低下し、第一花のそれらが再び低下する着色期以降増大に転じた。このような結果はJanickとEggert(4)が報告しているように、光合成産物の取り込みに対する花相互間の競合の存在を示すものと考えられる。なお、本実験では第一花と第二花は肥大期に大差がなかったのに対し、第三花はそれらよりやや遅れて肥大したため、第一花と第三花との間に顕著な競合が見られたものと考えられるが、乾物重との関係についてはなお検討を要する。

次に、1葉当たり1花として ^{14}C を施与した場合、開花前12日から開花後4日にかけて光合成量はほぼ等しかったにもかかわらず、花の ^{14}C 取り込み量とシンク活性を示す比放射能は開花までは共に連続的に低下し、開花・受精後は逆に増加した(第5図)。このような結果は、開花前の花は他の花との競合がなくても、一時的にシンク活性が低下することを示すものと考えられる。同じような低下は宍戸ら(15)がキュウリで、Motomura(9)がブドウ(花房全体として)で認めており、果実の種類にかかわらず、ある程度一般的にみられる現象と考えられる。したがって、第4図で認められた第一花と第三花の間の相関のうち、第一花開花時のそれは、第一花自体のシンク活性の低下によるものであり、競合によるものではないとすべきであろう。

なお、第4図では、第二、三花についても、第一花に若干遅れて開花期におけるシンク活性の低下がみられる筈である。しかし試料を採取した(第一花)の開花期と肥大期の間が26日と開いていたために、低下時点を検

知することができなかったものと考えられる。また、開花期における花のシンク活性の低下期間は2、3日とみられ、第4図に示した第一花開花後のシンク活性の増大は図面に示したよりも早く始まるものと考えられる。

摘 要

イチゴの花房の発育に伴う ^{14}C 光合成産物の転流・分配について調べた。

1. 果実の着色期に $^{14}\text{CO}_2$ を施与した場合、全転流率は6時間後で38%、16時間後で50%に達して、当座の転流をほぼ終わった。また転流分の90%前後が果実に分配された。
2. 開花前に $^{14}\text{CO}_2$ を施与した場合、17時間後の全転流率は20%以下であったが、肥大期及び着色期の施与ではそれぞれ39%、52%と増加した。また、開花前施与で約40%が根に、20%が花房に分配されたのに対し、肥大期及び着色期の施与では根への分配はわずか2%にすぎず、花房への分配率が47%及び86%と増加した。
3. 第一次枝梗花内での分配をみると、花托への分配率は出蕾期に66%に増加した後も続いて増加し、着色期には89%に達したが、その間、肥大期に一時的に30%に低下した。その低下に対応して種子への分配率が68%に高まったが、着色期には9%に激減した。
4. 1花房内の第1次、第3次枝梗花の間で、 ^{14}C 光合成産物の取り込みに競合が認められた。
5. 1個の花においては、開花期に一時的にシンク活性が低下することが認められた。

引用文献

1. HORI, Y. and Y. SHISHIDO. 1977. Studies on translocation and distribution of photosynthetic assimilates in tomato plants. I. Effects of feeding time and night temperature on the translocation of ^{14}C -assimilates. Tohoku J. Agr. Res. 28: 26-40.
2. 居城幸夫・堀 裕. 1983. グラジオラス及びオキザリスのけん引根に貯蔵された光合成産物の子球への再転流について. 園学雑. 52: 56-64.
3. ISMAIL, A. M. and G. R. SAGAR. 1981. The influence of leaf age, leaf position and sinks on the rate of export and partition of ^{14}C at different stages of development following assimilation of $^{14}\text{CO}_2$ by a single leaf of *Vicia faba* L.. J. Hort. Sci. 56: 55-63.
4. JANICK, J. and D. A. EGGERT. 1968. Factors affecting fruit size in the strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 311-316.
5. KANO, Y. and T. ASAHIRA. 1979. Effect of endogenous cytokinins in strawberry fruits on

- their maturing. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 47: 463-472.
6. MANN, C. E. T. and E. BALL. 1926. Studies on the root and shoot growth of the strawberry. I. J. Pomol. and Hort. Sci. 5: 149-169.
 7. 木村雅行. 1972. 栄養生長と生殖生長. 高橋和彦編. 農業技術大系, イチゴ基礎編, p. 73-74. 農文協, 東京.
 8. 峰岸正好・泰松恒男・木村雅行. 1982. イチゴ宝交早生の促成栽培における根の生育と果実生産について. 奈良農試報. 13: 21-30.
 9. MOTOMURA, Y. 1982. Incorporation of ^{14}C -assimilates into GA-treated and untreated inflorescence following assimilation of $^{14}\text{CO}_2$ by individual leaves in grape shoot. Tohoku J. Agr. Res. 33: 1-13.
 10. 西沢 隆・堀 裕. 1982. イチゴの発育に伴う ^{14}C 光合成産物の転流に関する研究 (第1報) 休眠期及び果実肥大期における ^{14}C 光合成産物の転流. 園学要旨. 昭57秋. 216-217.
 11. 西沢 隆・堀 裕. 1984. イチゴの発育に伴う ^{14}C 光合成産物の再転流について. 園学要旨. 昭59秋. 192-193.
 12. NISHIZAWA, T. and Y. HORI. 1985. Translocation of ^{14}C -photoassimilates from leaves of strawberry plants in vegetative stage as affected by leaf age and leaf position. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 54: 467-476.
 13. NITCH, J. P. 1950. Growth and morphogenesis of the strawberry as related to auxin. Amer. J. Bot. 37: 211-215.
 14. 織田弥三郎・国分みどり. 1978. イチゴの光合成蒸散に関する研究 (第6報) 温度環境が宝交早生およびダナーの光合成能力ならびに光合成器官の変化におよぼす影響. 園学要旨. 昭53春. 244-245.
 15. 穴戸良洋・堀 裕・鹿野昭一. 1982. キュウリの果実肥大に及ぼす BA の影響. 園学要旨. 昭57秋. 196-197.
 16. 田村順介. 1976. 促成イチゴの生産性に関する生理生態的研究 (第2報) イチゴの生育に及ぼす温度, 植物ホルモン, 着果の影響及び同化産物の転流について. 園学要旨. 昭51秋. 194-195.
 17. 吉岡 宏・高橋和彦・新井和夫・長岡正昭. 1977. 果菜類における光合成産物の動態に関する研究. I. トマトの ^{14}C 同化産物の転流・蓄積に及ぼす夜温, 地温並びに生育中の照度, N濃度の影響. 野菜試報A. 3: 31-41.