シンビジウムのリード発育時における¹³C同化物の各器官への分配・転流

米田和夫^{1*}・小森照彦²・千野浩二²・五味亜矢子²・小牧祐子²

¹ 日本大学生物資源科学部 252-8510 藤沢市亀井野

² 山梨県総合農業試験場 407-0105 甲斐市下今井

Export and Partitioning of ¹³C-labelled Photosynthates from a Treated Leaf of a Mother *Cymbidium* Plant or its Lead to Other Organs

Kazuo Yoneda^{1*}, Teruhiko Komori², Kouji Chino², Ayako Gomi² and Yuko Komaki²

¹ College of Bioresource Sciences, Nihon University, Fujisawa 252-8510

² Yamanashi Agricultural Experiment Station, Kai 407-0105

Summary

A leaf on a lead or the mother *Cymbidium* (mericlone of *Cymbidium* Walu 'Green Heart') plant was administered ¹³C. Subsequently, the export or translocation and partitioning of ¹³C-photosynthates from those leaves to the other organs on the same plant were examined. When ¹³C were applied to a leaf of one of two leads, virtually ¹³C-photosynthates translocation to the mother plant began on the 9th day, reaching the maximum rate on the 12th day. However, on the 12th day, 51.2% of the photosynthate still remained in the treated leaf, whereas 14.2% was partitioned to the roots of mother plant and 19.4% to the leaves of other lead. When ¹³C was administered to a leaf on a mother plant, a high concentration of ¹³C appeared in the pseudobulbs of the lead and in roots of the mother plant. The partitioning pattern of ¹³C were: ¹³C-fed leaf, 16.3%; mother plant pseudobulb, 4.1%, mother plant roots, 42.2% (making a total of 62.6% to the mother plant); lead leaves, 34.2%; and lead pseudobulbs, 3.2%.

Key Words: ¹³C, *Cymbidium*, photosynthates, translocation.

緒 言

シンビジウムはC₃植物(三浦, 1981)であり, 本種を開花当年に弱光条件で栽培した場合, 花茎発生が著しく悪くなる(小森ら, 1990; 山口ら, 1977)ことや苗に対する弱光条件は1次リードの発生数と生育に影響を及ぼすことが報告されている(小森, 2002; Komori・Yoneda, 2002). すなわち生長の全般にわたって, 同化物の蓄積が少なくなるような光環境で管理しないことが重要であるが, 同化物の転流について調査した報告は少ない(加古ら, 1979a, b; 小森ら, 1990). そこで生長・開花に対する光依存性が高いと考えられる本種のリード発育時における親株とそれから発生したリード間の同化物の転流とシンクとソースの関係について, ¹³Cトレーサー技法(河内ら, 1985)により調査を行なった.

材料および方法

実験は山梨総農試八ヶ岳試験地(北杜市高根町)のガラ

ス室で行い, 供試材料は当試験地の慣行法で管理したクローン由来の *Cymbidium* Walu 'Green Heart'であった.

¹³C供与時の材料は4.5号黒ポリポット(直径14.5 cm, 深さ12.0 cm)植えで2000年10月にクローン苗(以下, 親株)から発生したリードを2本有し, 親株の葉数は約8枚, 最大葉長約50 cmで, 2本のリードの葉数は約6枚, 最大葉長約35 cmに発育していた. ¹³Cの供与方法は葉全体をビニル袋で被覆し, 葉の基部を密封し, 500 mLの三角フラスコ内に¹³C標識の炭酸バリウム(99 atom%)を入れ, 1 Nの塩酸を徐々に加えて発生させた¹³CO₂をビニル袋内へチューブで導入した. 分析用試料は株を葉, パルブおよび根に解体し, 100°Cで10分間加熱後, 80°Cで72時間通風乾燥後に粉碎して用いた. 試料中の¹³C濃度の測定は赤外線¹³CO₂分析計(日本分光, EX-130型)で行った. 各器官の¹³C量は(各器官の¹³C濃度×乾物重×0.4(全炭素含有率))で算出し, 各器官の転流率は(各器官の¹³C量/株全体の¹³C量)を百分率として算出した.

実験1. リードの葉に供与した¹³Cの転流

4株を用いて, ¹³Cを2リードの一方のリードの葉全体に供与した. 供与3, 6, 9および12日後に葉, パルブおよび根に解体して分析試料とした.

2004年4月7日 受付. 2004年9月17日 受理.

* Corresponding author (E-mail: yoneda@brs.nihon-u.ac.jp).

実験Ⅱ. 親株の葉に供与した ^{13}C の濃度と転流
1株を供試して ^{13}C を親株の葉全体に供与した. 供与12日後に葉, バルブおよび根に解体して分析試料とした.

実験ⅠとⅡのいずれも, 晴天日の2001年3月19日の10:00~12:00の2時間 ^{13}C 供与を行った.

結果および考察

実験Ⅰ. リードの葉に供与した ^{13}C の転流

供与3日後では, ^{13}C 供与リードの葉に ^{13}C の92.7%が存在し, 同リードのバルブと根にそれぞれ5.8%と1.5%が転流した(第1表). 親株と無供与リードへは転流しなかった. 供与6日後でも供与リードの葉に92.4%, 同リードの全体では98.2%が存在した. また無供与リードの葉と同バルブにそれぞれ約1%が転流したが, 親株へは転流しなかった. 供与9日後では, 供与リードの葉で56.8%まで減少し, 親株の葉と根にそれぞれ8.8%と8.1%, また無供与リードの葉に19.9%が転流した. 供与12日後では, 供与リードの葉に51.2%, 同バルブと同根にそれぞれ3.3%となり, 供与リード全体では57.8%が存在した. 親株の根に14.2%, 同葉に4.5%と同バルブに2.9%が転流した. また無供与リードでは, 同葉に19.4%, 同バルブに1.2%が存在した. 本種の同化物の転流は, 供与6日後でもほとんど進まず, 9日後以降からであった.

水稻(丹野ら, 1990; 王・花田, 1982), スイートコーン(中嶋・細川, 1974), スイートピー(札埜ら, 2001), カトレア(三浦ら, 1989), アランダ(Cliffordら, 1992a), デンドロビウム(Cliffordら, 1992b)やオンシジウム(Yong・Hew, 1995)の同化物の転流は供与1~2.5日であるのに比べて, 本種は転流速度がきわめて遅く, ソースからシンクへの転流には長時間を要する植物と考えられた. また供与12日後の ^{13}C の転流率は供与リードの葉で

約51%と最も多いものの, 無供与の親株の根と無供与のリードの葉でそれぞれ約14%と約19%が転流したことから, リード葉の同化物は齢の古い親株の根へかなりの量が転流するとともに, 齢の同じ2本のリード間で同化物の転流のあることが明らかになった. この両リード間における同化物の分配現象は, 開花リードの発生時期が異なっているにもかかわらずほとんど差が認められない(小森, 2001)ことと関係あるのかもしれない. 齢別による同化物の転流と貯蔵の機作についてはさらに調査する必要がある.

実験Ⅱ. 親株の葉に供与した ^{13}C の濃度と転流

供与12日後の ^{13}C 濃度はリードのバルブで最も高く, 次いで親株の根, リードの葉, 親株のバルブと親株の葉の順で低かった(第2表). 転流率では, 親株の葉に16.3%, 同バルブに4.1%, 同根に42.2%となり, 親株全体に62.6%が存在した. リードの葉に34.2%, 同バルブに3.2%が転流し, リード全体で37.4%が存在した. また乾物重は親株の根とリードの葉で高く, 次いで親株の葉で, 親株のバルブとリードのバルブは低かった. 親株の葉へ供与した場合, ^{13}C 濃度が最も高かった器官はリードのバルブであったことから, バルブは強いシンク機能を有し, さらに器官別の転流率が親株の根やリードの葉で大きいことから生育の完了した親株の葉で生成される同化物の多くは自らの根と発育中のリードへ転流されるものと考えられる.

本種と同じ複茎性ランのシンク-ソース機能に関する既報では, Cliffordら(1992b)がデンドロビウムで, Yong・Hew(1995)がオンシジウムで調査し, バルブのシンク機能については指摘しているが, 根のシンク機能には言及していない. 小森(2001)は根のシンク機能について十分に考慮する必要があることを示唆し, 本実験結果からも本種の根は地上部の生育が完了していても大きなシンク

Table 1. Translocation rate of ^{13}C from leaves to new leads in *Cymbidium* plant (Experiment 1).

Organ		Translocation rate in each day after ^{13}C application (%)			
		3	6	9	12
New lead (A) ^z	Leaves	92.7	92.4	56.8	51.2
	Pseudobulb	5.8	5.8	2.2	3.3
	Root	1.5	n.d. ^y	3.8	3.3
	Subtotal	100.0	98.2	62.8	57.8
Mother plant	Leaves	0	0	8.8	4.5
	Pseudobulb	0	0	0	2.9
	Root	0	0	8.1	14.2
	Subtotal	0	0	16.9	21.6
New lead (B)	Leaves	0	0.8	19.9	19.4
	Pseudobulb	0	1	0.6	1.2
	Subtotal	0	1.8	20.5	20.6
Total		100.0	100.0	100.0	100.0

^z (A): One of two leads (A and B) administered ^{13}C .

^y Not detected.

Table 2. Translocations of ^{13}C from leaves to mother plant in *Cymbidium* plant (Experiment 2).

Organs	12 days after ^{13}C application		Dry weight (g)
	Atom % excess	Translocation (%)	
Mother plant	Leaves	0.526	16.3
	Pseudobulb	0.660	4.1
	Root	0.989	42.2
	Subtotal	-	62.6
2-new leads	Leaves	0.819	34.2
	Pseudobulb	1.079	3.2
	Subtotal	-	37.4
Total	-	100.0	19.47

機能を有し、またリードの生育は相当進んでもシンク機能は大きいと考えられる。

また、本種においては経年器官と若年器官で CO_2 の同化と転流に機能的な分化が認められ、齢に伴う CO_2 代謝経路の違いのあることが示唆される。さらに今後、葉、バルブおよび根や花序との同化物の転流と貯蔵の相互関係の機作について詳細に調査する必要がある。

摘 要

Cymbidium Walu 'Green Heart' のリードまたは親株の葉に ^{13}C を供与し、親株とそれから発生した2つのリード間の ^{13}C 同化物の転流について検討した。リードの葉に供与した場合、転流の多くは供与9日後以降であった。供与12日後の ^{13}C 転流率は、同化葉が51.2%と最も多く、無供与の親株の根とリードの葉でそれぞれ14.2%と19.4%であった。親株の葉に供与した場合、供与12日後では ^{13}C 濃度はリードのバルブや葉および親株の根で高かった。また同化葉に16.3%、親株のバルブに4.1%、根に42.2%と親株全体で62.6%となり、リードでは葉に34.2%、バルブに3.2%が転流した。

謝 辞 本実験の遂行には、(独)農技研機構野菜茶業研高市益行博士のご協力を得た。厚く感謝いたします。

引用文献

- Clifford, P. E., H. H. Neo and C. S. Hew. 1992a. Partitioning of ^{14}C -assimilate between sources and sinks in the monopodial orchid *Aranda* Tay Swee Eng. Ann. Bot. 69 : 209-212.
- Clifford, P. E., H. H. Neo, C. W. Ma and C. S. Hew. 1992b. Assimilate partitioning in orchids. Plant Physiol. 99 (supple) : 135.
- 札埜高志・林 孝洋・矢澤 進. 2001. スイートピーの開花期における光合成産物の分配. 園学雑. 70 : 102-107.
- 加古舜治・杉山 晃・水野直美・榊原孝平. 1979a. シンビディウムの發育と開花に関する研究. 第12報. 温度条件が發育と糖成分含量に及ぼす影響. 園学要旨. 昭54秋 : 390-391.
- 加古舜治・杉山 晃・大野 始・榊原孝平. 1979b. シンビディウムの發育と開花に関する研究. 第13報. 光照度が發育と糖成分含量に及ぼす影響. 園学要旨. 昭54秋 : 392-393.
- 河内 宏・木下耕一・国分信彦. 1985. 植物体中微量代謝成分の ^{13}C 濃度の赤外線 ^{13}C 分析計による測定. RADIO-ISOTOPES. 34 : 322-325.
- 小森照彦. 2001. 高冷地一貫生産におけるシンビジウムの生育・開花に及ぼす開花リード発生時の低夜温管理の影響. 生環調. 39 : 161-165.
- 小森照彦. 2002. シンビジウムのメリクロン幼苗に対する夏期の弱光がその後の生長に及ぼす影響. 生環調. 40 : 107-110.
- 小森照彦・新津 陽・村上 高. 1990. 日照条件がシンビジウムの生育・開花および炭水化物含量に及ぼす影響. 山梨総農試報. 4 : 17-26.
- Komori, T. and K. Yoneda. 2002. Effects of autumn and winter light and temperature management on lead emergence in mericloned *Cymbidium* Lovely Angel 'The Two Vigin'. Environ. Control in Biol. 40 : 383-387.
- 三浦泰昌. 1981. 光合成特性を基礎にしたラン栽培の確立に関する研究. 第1報. 数種のランの光合成におよぼす気温、光の強さ、空気湿度の影響. 神奈川園試報. 28 : 64-72.
- 三浦泰昌・村上 高・小林宏信. 1989. カトレアの齡別シュートにおける $^{14}\text{CO}_2$ の暗期同化能と ^{14}C 同化物の転流. 園学雑. 51 : 181-186.
- 中嶋 博・細川定治. 1974. 作物の細胞質雄性不稔に関する組織化学的研究. 第3報. トウモロコシにおける ^{14}C 同化産物の部位別の配分. 日作紀. 43 : 1-7.
- 丹野文雄・米山忠克・河内 宏. 1990. 多収性日印交雑稻と日本稻の生育時期別に同化された炭素の分配と分けつ生産力の差異. 土肥誌. 61 : 361-367.
- 王 永琴・花田毅一. 1982. 水稻の主茎および分けつ間における ^{14}C 同化産物の移動. 日作紀. 51 : 483-492.
- 山口省吾・片岡虎夫・中野 直. 1977. 洋ラン(シンビジウム)の開花調節に関する研究. 第4報. 日照条件が生育・開花に及ぼす影響. 三重農技セ報. 6 : 67-72.
- Yong, J. W. H. and C. S. Hew. 1995. Partitioning of ^{14}C assimilates between sources and sinks during different growth stage in the sympodial thin-leaved orchid *Oncidium* Goldiana. Int. J. Plant Sci. 156 : 188-196.