

登熟期の水稻の止葉から吸収したグルタミンおよびスクロースの炭素の挙動

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	波田, 啓子 大崎, 満 田中, 明
巻/号	59巻2号
掲載ページ	p. 210-212
発行年月	1988年4月

登熟期の水稻の止葉から吸収したグルタミンおよびスクロースの炭素の挙動

波田啓子*・大崎 満**・田中 明**

キーワード 水稻, ^{14}C -グルタミン, ^{14}C -スクロース, 呼吸, アミノ酸

1. 緒言

水稻の登熟期には葉の光合成で生産されたスクロースは能率よく穂に向かい¹⁾, また開花までに茎葉に集積したタンパク質は分解されてアミノ酸やアמידとして穂に向かい²⁾, これらによって子実が充実する。この際, これらの転流物質の構成炭素がどのように呼吸により炭酸ガスとして放出され, また, 子実の構成炭素に組み込まれるかについて検討した例は少ない。

そこで, 登熟期に止葉から代表的な転流物質であるグルタミンおよびスクロースを吸収させ, それらの構成炭素の挙動を追跡した。

2. 実験方法

水稻品種インカリを標準培養液で水耕し, 開花期に分けつを切除して主稈1本立とし, 上位3葉以外の葉を切除し, 無窒素培養液で2週間生育させ, 止葉の先端3~4 cmを水中で切除し, その切口を小試験管中のL-[U- ^{14}C]グルタミン(200~250 mCi/mol)または[U- ^{14}C]スクロース(500~600 mCi/mol)を約2 μCi ($^{14}\text{CO}_2$ の放出量測定の場合は5 μCi)を含んだ0.5 mlの液(pH 8.0)に午前10時から5時間浸したのち, 水洗し, その後0, 9, 24, 48時間目に2個体ずつを採取し, 子実, 吸収葉(止葉), その他の葉, 茎(葉鞘+稈+穂軸), 根に解体し, 液体窒素で凍結し, 凍結乾燥後, 子実は籾殻と玄米に分け, ボールミルで微粉碎(約100メッシュ)し, 各部位の ^{14}C を液体シンチレーションカウンターで定量¹⁾した。葉よりの ^{14}C 吸収量は与えた量に対して平

均してスクロースで9.7%, グルタミンで6.2%であった。

さらに, 吸収葉と玄米については凍結乾燥試料を10倍量の70%エタノールで2回, 水で2回抽出し, 遠心分離で可溶部と不溶部に分離した。可溶部は減圧下に濃縮乾固後, 脱塩水で定容し, その一部をイオン交換樹脂を通して中性画分(主に糖), 塩基性画分(主にアミノ酸), 酸性画分(主に有機酸)に分けた³⁾。不溶部は60°Cで48時間乾燥し, その一部に10倍量の6N HClを加え, N_2 ガス下で105°Cで24時間加水分解し, 陽イオン交換樹脂に通し, これを2N NH_4OH で溶出したものをタンパク態アミノ酸画分とし, さらに不溶部の別の一部からKOUCHIら⁴⁾の方法でデンプン画分を得た。それぞれの画分について乳懸濁シンチレーターを用いて ^{14}C を定量した。

また各アミノ酸については, 塩基性画分をペーパークロマトグラフィーにより2次展開し, ニンヒドリン(0.2%アセトン溶液)で発色させ, それぞれのスポットを切り取り, トルエンシンチレーターに入れて, ^{14}C を定量した。

また ^{14}C を吸収後, 各処理2個体ずつについて, ^{14}C 吸収葉および穂を着生状態のまま適当な大きさのガラス管に封入し, 通気しながら各部位から放出される $^{14}\text{CO}_2$ を大崎らの方法⁵⁾で測定した。

3. 実験結果

1) $^{14}\text{CO}_2$ の放出: 48時間後の体内残存 ^{14}C 量と $^{14}\text{CO}_2$ 放出量の合計を全 ^{14}C 吸収量とし, この量に対する相対値として $^{14}\text{CO}_2$ 放出速度を示した(第1図)。

グルタミンとして吸収された ^{14}C の場合には, 吸収葉からの $^{14}\text{CO}_2$ の放出が多く, 3時間目に放出速度は最大となり, 10時間目までの放出量は48時間目までの全放出量の60%を占めたが, 穂からの放出は少なかった。一方, スクロースとして吸収された ^{14}C の場合, 吸収葉での放出は少なく, 穂での放出速度は3~9時間目に比較的高かった。

2) ^{14}C の各部位への分配割合: グルタミンとして吸収された ^{14}C は9時間目になってはじめて玄米へ多少移行した。一方, スクロースとして吸収された ^{14}C は吸収直後にすでに10%近くが玄米へ移動し, 48時間目には50%に達した(第2図)。

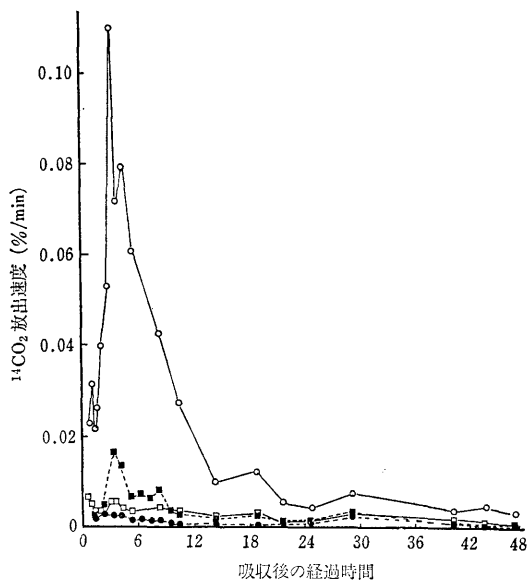
^{14}C 吸収48時間後にはグルタミンまたはスクロースとして吸収された ^{14}C のうち, 呼吸によってそれぞれ吸収葉で46, 8%が放出され, 穂では3, 7%が放出され, 止葉と玄米以外に存在した ^{14}C 量はいずれの場合も ^{14}C 吸収量の10%以下であった。

Keiko HADA, Mitsuru OSAKI and Akira TANAKA: Behavior of Carbon in Glutamine and Sucrose Introduced from Flag Leaf of Rice Plant during Ripening

* 北海道大学農学部(現在, 横河電機 181 三鷹市下連雀 6-12-7)

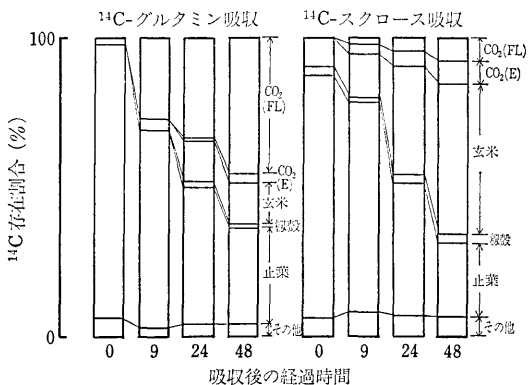
** 北海道大学農学部(060 札幌市北区北9条西9丁目)
昭和62年11月26日受理

日本土壤肥料学雑誌 第59巻 第2号 p. 210~212 (1988)



第1図 水稻の止葉よりグルタミンまたはスクロースとして吸収された¹⁴Cの吸収葉と穂からの¹⁴CO₂としての放出速度

○, ¹⁴C-グルタミン吸収の吸収葉; ●, ¹⁴C-グルタミン吸収の穂; □, ¹⁴C-スクロース吸収の吸収葉; ■, ¹⁴C-スクロース吸収の穂.



第2図 水稻の止葉よりグルタミンまたはスクロースとして吸収された¹⁴Cの部位別存在割合の経時的変化

CO₂(FL), 吸収葉からの¹⁴CO₂の放出; CO₂(E), 穂からの¹⁴CO₂の放出.

3) ¹⁴Cの各画分への分配：グルタミンとして吸収された¹⁴Cの場合、止葉から玄米に転流した¹⁴Cは吸収量の17%にすぎず、呼吸で49%が消費され、32%が吸収葉に止まり、わずかに9%がアミノ酸またはタンパク質の構成炭素であり、22%が糖またはデンプンの構成炭素

第1表 ¹⁴C-グルタミンまたは¹⁴C-スクロースを止葉から吸収させた場合の48時間後の¹⁴Cの行方(%)

¹⁴ C吸収形態	グルタミン			スクロース		
	部位	吸収葉	玄米 計	吸収葉	玄米 計	
画分						
遊離アミノ酸類	2.4	0.6	3.0	0.5	0.4	0.9
タンパク質	4.6	1.8	6.4	1.6	2.7	4.3
糖	4.3	2.2	6.5	9.0	4.9	13.9
デンプン	9.0	6.0	15.0	9.0	27.0	36.0
有機酸	2.8	0.2	3.0	2.2	0.3	2.5
その他*	8.5	3.0	11.5	2.1	16.7	18.8
		(8.5)	(9.1)	(2.1)	(1.2)	(3.3)
呼吸	46.0	2.8	48.8	7.7	7.1	14.8
計	77.6	16.6	94.2**	32.1	59.1	91.2**

* () 内は可溶部のその他.

** 残りはその他の葉, 根, 茎, 籾殻に存在.

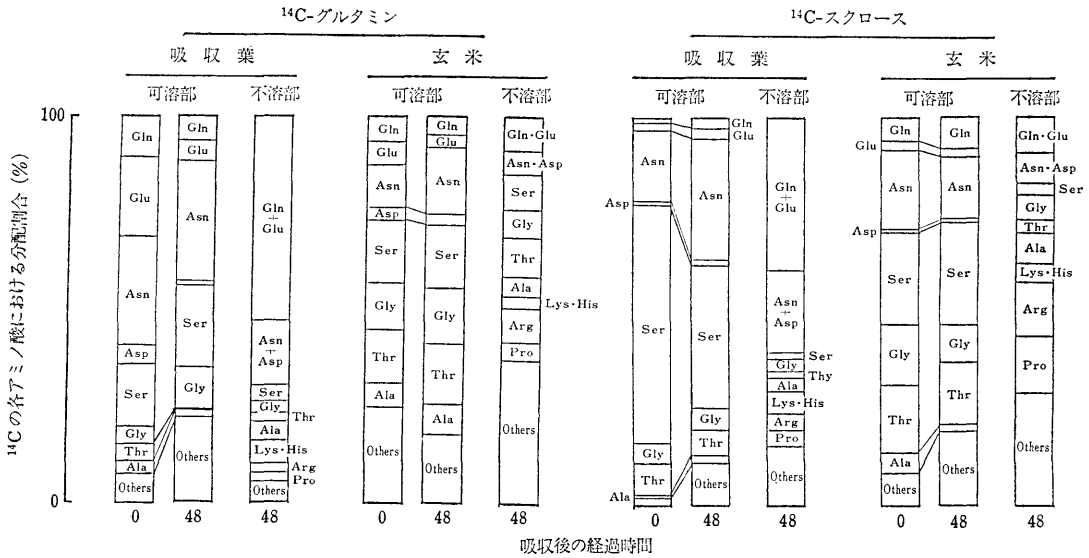
として存在した(第1表). 一方, スクロースとして吸収された¹⁴Cは吸収葉から玄米に59%が転流し, 呼吸による消費は15%にすぎず, 各種の画分にも¹⁴Cは認められたが, 50%が糖またはデンプンとして存在した.

4) ¹⁴Cの各アミノ酸への分配：グルタミンとして吸収させた¹⁴Cは, 同化直後の吸収葉の可溶部では, グルタミンで11%と少なく, アスパラギン, グルタミン酸, セリンでそれぞれ28, 20, 16%と多く, 時間の経過とともにグルタミン, グルタミン酸でそれぞれ6%と少なくなり, アスパラギンで31%ととくに多くなった(第3図). 一方, 48時間目の吸収葉の不溶部ではグルタミン+グルタミン酸が圧倒的に多かった. 玄米の可溶部では, 吸収直後もグルタミン, グルタミン酸には少なく, アスパラギン, セリン, グリシン, スレオニンに多く, その他のアミノ酸へも取り込まれ, 時間の経過とともにグルタミン, グルタミン酸はさらに減少し, アスパラギンの割合が高まった. そして不溶部では¹⁴Cは多数のアミノ酸に比較的均等に取込まれていた.

スクロースとして吸収された¹⁴Cは, 吸収葉の可溶部では, 直後にセリンに著しく多く, 時間の経過とともにアスパラギンにも多くなり, 吸収葉の不溶部ではグルタミン+グルタミン酸に多かった(第3図). 玄米の可溶部ではアスパラギン, セリン, グリシン, スレオニンに多く, 玄米の不溶部では各種アミノ酸に均等に分配されていた.

4. 考察

グルタミンとして吸収された¹⁴Cの場合は, 吸収葉からの呼吸による¹⁴CO₂の放出が多く, 穂への移行が遅く, 遊離アミノ酸・タンパク質の構成炭素としてわずか



第 3 図 水稻の止葉よりグルタミンおよびスクロースとして吸収された ^{14}C の吸収葉と玄米における各アミノ酸への分配
 Gln, グルタミン; Glu, グルタミン酸; Asn, アスパラギン; Asp, アスパラギン酸; Ser, セリン; Gly, グリシン;
 Thr, スレオニン; Ala, アラニン; Lys+His, リジンとヒスチジン (同一スポット); Arg, アルギニン; Pro, プロリン;
 Others, 判別不能もしくは微量のアミノ酸。

に 9% が存在したにすぎない。一方、スクロースとして吸収された ^{14}C の場合は、吸収葉での $^{14}\text{CO}_2$ としての放出は少なく、穂へ速やかに移行し、穂からの $^{14}\text{CO}_2$ の放出が多く、糖・デンプンとして存在する割合も 50% と高かった。

可溶部の遊離アミノ酸の構成をみると、グルタミンとして吸収された ^{14}C は、その葉ではアスパラギン、グルタミン酸、グルタミン、セリンなどに、玄米ではセリン、アスパラギン、グリシン、スレオニンなどに存在したのに対して、スクロースとして吸収された ^{14}C は、その葉ではセリン、アスパラギンに圧倒的に多く、玄米でもグルタミン吸収の場合と比べてこれらに多かった。上記のようにグルタミンまたはスクロースとして吸収された ^{14}C の各種遊離アミノ酸への分配割合には明瞭な差が認められたが、葉および玄米のタンパク質構成アミノ酸への ^{14}C の取込み割合は両者間に大差が認められなかった。

すなわち、止葉でグルタミンが吸収されると急速に代謝され、その構成炭素は呼吸により消費され、その代謝

を通じて各種の化合物に取り込まれたのち、その一部が穂に向かうのに対して、スクロースの場合は、大部分がそのまま穂に向かい、能率よくデンプンの構成炭素になると結論できる。

文 献

- 1) 大崎 満・田中 明: 水稻における同化 ^{14}C の残存率, 土肥誌, **49**, 217~220 (1978)
- 2) 石塚喜明・田中 明: 水稻の生育経過に関する研究, 第 3 報, 各形態の窒素及炭水化物の消長, 同上, **23**, 159~165 (1952)
- 3) 河内 宏: 代謝成分の分析, 最新作物生理実験法, 北條良夫・石塚潤爾編, p. 317~334, 農業技術協会, 東京 (1985)
- 4) KOUCHI, H. and YONEYAMA, T.: Dynamics of Carbon Photosynthetically Assimilated in Nodulated Soya Bean Plants under Steady-State Condition. 2. The Incorporation of ^{13}C into Carbohydrates, Organic Acids, Amino Acids and Some Storage Compounds. *Ann. Bot.*, **53**, 883~896 (1984)
- 5) 大崎 満・田中 明: 水稻の“初期光合成産物呼吸”および“貯蔵物質呼吸”におよぼす光条件の影響, 土肥誌, **55**, 160~166 (1984)