

平成 21 年 6 月 1 日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19580012  
 研究課題名（和文） イネのシンク・ソース研究における雌性不稔系統の利用およびバイオマス生産の研究

研究課題名（英文） Study on the use of female-sterile rice in the research of sink-source relation in rice and its biomass production

## 研究代表者

加藤 盛夫 (KATO MORIO)  
 筑波大学・大学院生命環境科学研究科・助教  
 研究者番号：90204502

研究成果の概要：穂は通常に形成するが、そのほとんどの穎花が稔実しない雌性不稔系統イネを材料とした穂切除実験の結果、イネでは穂の有無にかかわらず、そのシンク機能が喪失した場合には、栄養成長器官（登熟期前半は主に稈と葉鞘、後半は遅発分げつ）が光合成産物のシンクとして機能することで、物質生産は阻害されないことが明らかになった。この雌性不稔イネの水田栽培においては出穂後の窒素追肥により遅発分げつの発現・成長が促進され、物質生産への寄与が確認されたが、バイオマス栽培利用に当たってはさらに検証が必要である。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2008 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

## 研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・作物学・雑草学

キーワード：イネ，乾物収量，雌性不稔，シンク，窒素追肥，遅発分げつ

## 1. 研究開始当初の背景

## (1) 作物の物質生産研究におけるシンク・ソース関係の重要性

作物の収量を形成する物質生産においては、光合成産物の受容器官（シンク）とその生産器官（ソース）のバランスが重要であることから、種々の作物においてシンクとソースの相互関係について多くの研究が実施されてきた。イネでは穂が主要なシンクであり成熟期には乾物生産量の 40～60% を占めることから、シンクとしての穂と物質生産の関係解明は多収を追及する上で重要な研究課題である。そのためイネの出穂後に穂あるいは

は穎花を切除することによって、シンクの不在が葉身の光合成や物質生産と分配に及ぼす影響を評価する実験が行われてきた。

## (2) イネの物質生産研究における穂切除試験の問題点

作物では一般的にシンクを制限することによってソースが制約を受けるとされるが、イネの穂切除実験では物質生産量の低下は報告されていない。しかし、葉身光合成に及ぼす影響については、穂切除によって影響されない、抑制される、あるいは高く維持されるという異なる報告がある。穂切除処理が光

合成速度を一時的に低下させるという報告もある。穂あるいは穎花の切除処理によるシンク・ソース関係の研究においては、シンク機能の喪失のみの影響が物質生産に正確に反映されているものかどうか疑問がある。つまり、これまでの研究では人工的に穂あるいは穎花を切除するため、穂の存在効果が無視され、切除による植物体へのストレスや受光態勢の改変などの影響を排除できていないのではないかと考えられる。

### (3) 雌性不稔系統イネの利用価値

本研究では、穂のシンク能力が遺伝的に喪失したイネ系統を材料とすることによって、穂は存在したままで、人工的な処理なしに穂のシンク機能のみの喪失がイネの物質生産に及ぼす影響を解析することができる。

また、米の生産調整政策の中で水田の有効利用対策として転作水田での食用向け以外の水稻栽培のために、新形質米として様々なイネが開発されている。穂が実らないという特異な物質生産・分配特性を持つ雌性不稔イネは、茎葉蓄積型の飼料イネとしての水田での栽培利用の可能性もある。

## 2. 研究の目的

### (1) 雌性不稔系統イネを利用した物質生産におけるシンク・ソース関係の解析

穂のシンク能力が遺伝的に喪失した系統（雌性不稔系統F S 1）を材料とし、穂が正常に稔実する品種を対照品種として、出穂後の物質生産過程を比較・解析することによって、穂のシンク機能喪失がイネの物質生産にどのような影響を及ぼすかを明らかにする。特に本研究では物質生産過程の解析において、穂を切除する処理区を設定することによってイネの物質生産・分配過程の中で穂が果たす役割を、「穂のシンク機能」と「穂の存在」に明確に区別することができる。

### (2) 雌性不稔系統イネの水田生産への応用

これまでの研究による個体レベルの解析では雌性不稔系統F S 1は、穂がシンクとして機能しない代わりに茎葉など栄養成長器官がシンクとなることによって、物質生産の阻害はおこらず、かえって葉身の老化が抑制されて登熟期後半まで成長が続くことが明らかとなっている。しかし、水田において群落レベルでの乾物生産に関する解析はまだ行われていない。

本研究ではF S 1を水田栽培し、乾物収量および乾物分配特性を多収性品種と比較・解析することにより、バイオマス資源としての評価を行うとともに、F S 1の物質生産特性を活用して水田においてバイオマス生産増加を図る条件を明らかにする。

## 3. 研究の方法

### (1) 雌性不稔系統イネを利用した物質生産におけるシンク・ソース関係の解析

イネ雌性不稔系統F S 1（以降、F S 1とする）および系統育成の反復親である藤坂5号を対照品種として供試した。筑波大学農林技術センター試験水田で1株1本植え、栽植密度22.2株 $m^{-2}$ 、窒素8 $g m^{-2}$ 、リン酸12 $g m^{-2}$ 、カリ12 $g m^{-2}$ の施肥量で栽培した。処理区として穂揃期にすべての穂を穂首節で切除する穂切除区と対照区を3反復設定した。以下の測定により、穂のシンク機能喪失がイネの物質生産および分配に及ぼす影響を明らかにするとともに、生産過程の中での炭水化物および窒素の動態を明らかにした。

#### ①部位別乾物重測定

出穂期(0 DAH)から10日ごとに完熟期(出穂後50日, 50 DAH)まで各反復から3株を採取し、茎(稈+葉鞘)、葉身、枯葉、穂および遅発分けつ(注)に分別して通風乾燥機により80°Cで3日間乾燥後、重量を測定した。

(注)

普通のイネ栽培では穂を形成する茎以上の上位節および下位節の分けつ芽は休眠状態にあり、通常は発現することはないが、F S 1では出穂2週以降になると、これらの分けつが発現・成長する。本研究では出穂期以降に発現・成長する分けつを「遅発分けつ」と呼ぶ。

#### ②上位葉光合成速度および関連形質の測定

対照区と穂切除区から数個体を選択し、出穂期(0 DAH)と穂切除1日(1 DAH)および4日後(4 DAH)および出穂後40日(40 DAH)まで10日ごとに止葉と第2葉について、携帯型光合成蒸散測定装置(LI6400, Li-Cor)を使用して、光合成速度および気孔コンダクタンスなど関連形質を測定した。また、窒素濃度の指標として測定葉のSPAD値を葉緑素計(SPAD-502, コニカミノルタ)で測定した。

個体条件としてF S 1と藤坂5号をそれぞれ1/5000aポットに1個体ずつ栽培し、出穂期に対照区と穂切除区を設定して、上位2葉について水田個体と同様に光合成速度および関連形質を測定した。

#### ③非構造的炭水化物および窒素の定量

定期的に採取した器官別の乾物試料を粉碎し、非構造的炭水化物含量(グルコース、フルクトース、スクロース、デンプン)を酵素法により測定した。また、粉碎試料について、CNコーダ(MT600, ヤナコ)により窒素含有率を測定した。非構造的炭水化物および窒素の器官別含有率に乾物重を乗じて、それぞれの器官別蓄積量を定量した。

(2) 雌性不稔系統イネの水田におけるバイオマス生産

特異な物質生産・分配特性を持つ F S 1 の水田でのバイオマス特性を評価するために、出穂後の窒素追肥に重点を置いた追肥区を設定して栽培し、地上部乾物重ならびに非構造性炭水化物および窒素蓄積量を定量して、飼料イネ品種と比較した。

① 窒素追肥が F S 1 の乾物収量および分配に及ぼす影響

F S 1 および対照品種として飼料イネ品種クサホナミを、筑波大学農林技術センター試験水田において 1 株 1 本植え、栽植密度 22.2 株  $m^{-2}$ 、窒素 10  $g m^{-2}$ 、リン酸 12  $g m^{-2}$ 、カリ 12  $g m^{-2}$  の施肥量 (標肥) で栽培した。施肥処理として窒素水準の異なる標肥区 (N 10  $g m^{-2}$ ) と窒素追肥区 (N 15  $g m^{-2}$ ) を 3 反復ずつ設定した。窒素追肥区では F S 1 の出穂後 5 日および 13 日に分けて窒素 (5  $g m^{-2}$ ) を追肥した。F S 1 の出穂期 (0 DAH)、クサホナミの出穂期 (30 DAH, F S 1 の黄熟期)、クサホナミの黄熟期 (60 DAH, F S 1 の完熟期) の 3 回の時期に各反復から 3 株を採取して、茎 (稈+葉鞘)、葉身、穂および遅発分けつに分別して乾物重を測定した。

② 光合成活性の評価

F S 1 の出穂後約 40 日に標肥区および追肥区の個体について、止葉、第 2 葉、さらに F S 1 では遅発分けつ止葉の光合成速度および関連形質を携帯型光合成蒸散測定装置 (LI6400) を用いて測定した。また、測定葉の SPAD 値を葉緑素計 (SPAD-502) で測定するとともに、止葉面積を測定した。

③ 非構造性炭水化物および窒素の定量

定期的に取り出した器官別の乾物試料を粉碎し、非構造性炭水化物含量 (グルコース、フルクトース、スクロース、デンプン) を酵素法により測定した。また、粉碎試料について、CN コーダ (MT600) により窒素含有率を測定した。非構造性炭水化物および窒素の器官別含有率に乾物重を乗じて、それぞれの器官別蓄積量を定量した。

#### 4. 研究成果

(1) 雌性不稔系統イネを利用した物質生産におけるシンク・ソース関係の解析

① 穂の有無がイネの乾物生産と分配に及ぼす影響

出穂日は F S 1 が 7 月 29 日、藤坂 5 号は 7 月 20 日で 9 日の差があった。出穂期における F S 1 と藤坂 5 号の稈長と穂数はそれぞれ 73cm と 74cm, 11.7 本と 10.9 本で成長形質にはほとんど差がなかった。

対照区・穂切除区ともに F S 1 は出穂 50

日後に、対照品種の藤坂 5 号は出穂 40 日後に地上部全乾物重が最大となり、F S 1 の方が全乾物重は大きい、両系統とも処理間に有意差はなかった。藤坂 5 号の対照区では出穂以降の乾物重増加のほとんどを穂が占めているが、穂切除区では出穂後 20 日までは稈+葉鞘重の増加が、20 日以降は遅発分けつ重の増加が全乾物重の増加に寄与している。F S 1 では対照区・穂切除区ともに出穂後 20 日までは穂の代わりに主に稈+葉鞘重が増加し、藤坂 5 号とは異なり出穂 20 日以降もほとんど低下せず、遅発分けつ重が増加した。遅発分けつ重は穂切除区の方がわずかではあるが対照区よりも大きく推移した。F S 1 では遅発分けつ以外の器官の乾物重の推移に処理区間の差はみられなかった (図 1)。

出穂後の成長速度を解析すると、穂切除処理直後には対照区より穂切除区の成長速度がやや低く、出穂後 30 日以降では対照区に比べて穂切除区の成長速度が大きい傾向にあったが、両系統ともに穂切除区と対照区間に最終的な乾物重の有意差はなかった。

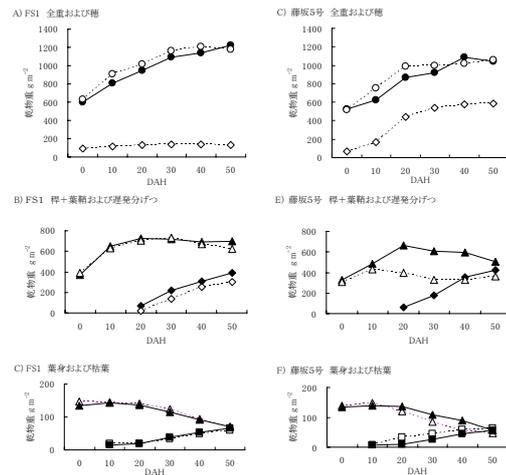


図 1 穂切除が F S 1 (A, B, C) および藤坂 5 号 (D, E, F) の単位面積当たり器官別乾物重の推移に及ぼす影響

○ : 対照区, ● : 穂切除区, DAH : 出穂後日数

② 穂の有無が遅発分けつの発現・成長に及ぼす影響

藤坂 5 号の対照区では、遅発分けつは成熟期になってわずかに観察されるだけだが、穂切除区では F S 1 と同様に遅発分けつの出現が観察された。F S 1 では対照区・切除区ともに出穂後 20 日から遅発分けつが出現・成長するが、穂切除区の方が遅発分けつ重が大きくなった (図 1)。

遅発分けつ重の増加が穂切除区における成長速度の増加に寄与して、切除された穂の乾物重損失分および穂切除直後の成長速度の低下を補償して最終的な乾物生産量には

差がなくなったと考えられる。

### ③穂の有無が葉身の光合成に及ぼす影響

両系統とも出穂後は止葉および第2葉の光合成速度は低下する。ポット栽培個体では藤坂5号の穂切除区と対照区の間には出穂1日後、4日後および10日後まで有意な差はみられなかった。出穂20日以降は止葉、第2葉とも穂切除区が対照区よりも高く推移し、穂切除区における葉身の老化が抑制されていることがわかった。FS1では、止葉の光合成速度は出穂後30日まで穂切除区・対照区ともほぼ同じ値で推移した。

水田栽培個体では、光合成速度の変動は大きいですが、FS1では処理区間に明確な差はみられず、藤坂5号では対照区に比べて穂切除区の光合成速度は高く推移する傾向がみられた(図2)。両系統ともに光合成速度に対する穂切除という処理自体の直接的影響はみられなかった。

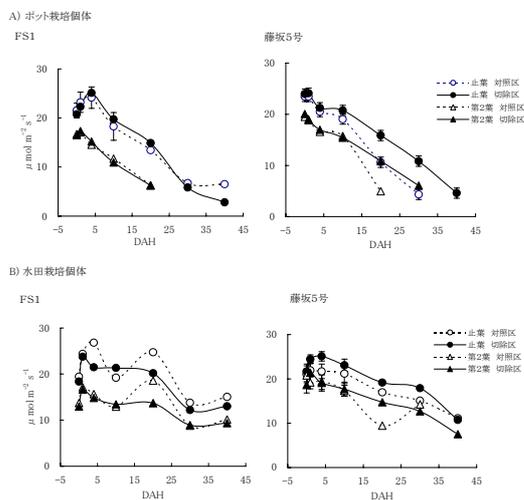


図2 穂切除がFS1および藤坂5号の止葉および第2葉の光合成速度の推移に及ぼす影響

A) ポット栽培個体, 6~10個体の平均値, B) 水田栽培個体, 6~10個体の平均値

縦線は標準誤差, DAH: 出穂後日数

### ④穂の有無が非構造性炭水化物の蓄積に及ぼす影響

藤坂5号の対照区は、デンプンが穂に、糖類(グルコース、フルクトース、スクロースの合計)が稈+葉鞘に多く蓄積した。穂切除区はデンプンと糖類が遅発分げつと稈+葉鞘に蓄積したが、大量のデンプンを蓄積する穂が存在しないために、地上部全体の非構造性炭水化物蓄積量は対照区に比べて少なかった。

FS1は対照区、穂切除区ともに稈+葉鞘と遅発分げつがデンプンと糖類の貯蔵器官となり、地上部の非構造性炭水化物蓄積量には処理間の差はなく、藤坂5号の対照区に比べて少なかった。

### ⑤穂の有無が窒素蓄積量に及ぼす影響

藤坂5号の対照区では穂が最も多くの窒素を集積し全体の蓄積量は $8.9 \text{ g m}^{-2}$ であった。これに対して穂切除区は遅発分げつが窒素を集積したものの全体の蓄積量は $7.6 \text{ g m}^{-2}$ であった。FS1の蓄積量は藤坂5号の穂切除区と同等で、FS1の全体の蓄積量は藤坂5号の穂切除区と同じレベルで対照区 $7.9 \text{ g m}^{-2}$ 、穂切除区 $7.6 \text{ g m}^{-2}$ であったが、遅発分げつの占める割合は穂切除区の方が高かった。

穂は窒素の大きなシンクでもある。FS1では穂の代わりに稈、葉鞘、遅発分げつの窒素量が増加するが、これらを合計しても藤坂5号の穂の集積量に及ばなかった。子実の窒素のシンクとしての機能が大きく、稈+葉鞘、遅発分げつの増加では完全には補償できないことを示している。

### ⑥イネの物質生産および分配における穂の役割(考察)

穂というイネにおける最大のシンク器官の機能が失われている雌性不稔系統FS1と、その育成の反復親である藤坂5号を材料として、穂切除処理を設定することによって「穂全体(穎花、内外穎、枝梗、穂軸すべてを含めた器官)の存在」と「穂のシンク機能」の喪失が出穂以降のイネの物質生産および分配に及ぼす影響を解析した。

両系統ともに穂切除区と対照区間に最終的な地上部乾物重に有意差は無く、「穂そのもの」と「穂のシンク機能」の喪失が最終的な乾物生産に及ぼす影響は同じと考えられた。しかし、物質生産過程と乾物および窒素分配に及ぼす影響には差異が認められ、穂切除の物質生産への直接的影響と遅発分げつ成長への影響を明らかにすることができた。

FS1の穂切除により乾物生産量には有意差はみられないことから、シンク機能のみの喪失とシンク器官の喪失が物質生産へ及ぼす影響の差および穂の生産上における役割は小さいものと結論した。しかし、穂切除による乾物重の減少は遅発分げつの増加により補償されており、物質生産過程の差異についてはさらに解析が必要である。

イネでは子実のシンク機能喪失により稈と葉鞘が新たなシンクとなり、葉身の老化が抑制されるとともに、遅発分げつの成長が促進されることにより、物質生産増加の可能性が示唆された。イネでは登熟期間中の穂が最大のシンク器官であり、最終的に乾物生産全体の40~60%を集積するが、FS1では主に稈・葉鞘、遅発分げつおよび根に分配されると考えられる。根重の増加は導管液中のサイトカイニンを通じて葉身の老化抑制に寄与すると推定される。

登熟中の穂は窒素の最大のシンクでもあり、その大部分は茎葉からの転流によるもの

である。FS1では、稈と葉鞘および遅発分けつを合計しても穂の窒素シンクとしての機能を完全には代替できないことが明らかとなった。このため、葉身からの窒素転流が抑制されて葉身の光合成活性が比較的高く維持されると考えられる。稈と葉鞘へ蓄積された炭水化物や窒素は、遅発分けつの成長を支え、この遅発分けつが新たなシンク器官になる。稈への炭水化物および窒素の蓄積は、遅発分けつの成長を支え、これが新たなシンクになることがFS1の特徴である。

以上のことから、イネでは子実のシンク機能を喪失しても稈と葉鞘が代りのシンクとなり、葉身の老化が抑制されると同時に、遅発分けつの成長が促進され、物質生産はむしろ増加する可能性があることが明らかとなった。このようなFS1の物質生産および分配特性を利用したバイオマス生産の可能性が示唆された。

## (2) 雌性不稔系統イネの水田におけるバイオマス生産

### ①窒素追肥がFS1の乾物収量および分配に及ぼす影響

遅発分けつの物質生産機能を高める栽培方法として、FS1の出穂後に窒素追肥を行い、地上部乾物収量および分配を飼料イネ品種クサホナミと比較した。

出穂日はFS1は7月28日、クサホナミは8月26日で、約1ヶ月の差があった。地上部の最終乾物収量はFS1は標肥区1349 g m<sup>-2</sup>、追肥区1402 g m<sup>-2</sup>、クサホナミは標肥区1492 g m<sup>-2</sup>、追肥区1651 g m<sup>-2</sup>で、FS1、クサホナミともに窒素追肥により地上部乾物重は増加したが、標肥区・追肥区ともにFS1の乾物収量はクサホナミに及ばなかった(図3)。

窒素追肥によりクサホナミは穂重の増加が大きくなり、FS1では稈+葉鞘の減少量が小さく、遅発分けつの増加が顕著で乾物分配率は31.5%から38.1%に増加した。窒素追肥によりFS1の遅発分けつ数に影響はなかったが、遅発分けつの葉身重は有意に増加した。

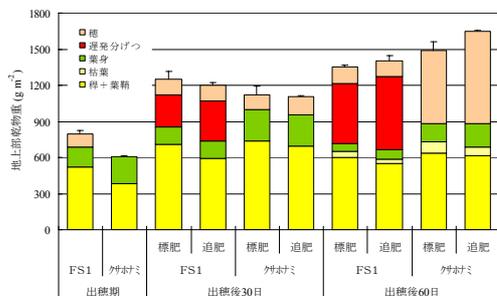


図3 出穂後の窒素追肥がFS1およびクサホナミの器官別乾物重に及ぼす影響

### ②窒素追肥が葉身光合成速度に及ぼす影響

出穂40日後においてもFS1の止葉および第2葉の光合成速度はある程度高い値を維持しており、窒素追肥により葉身の窒素濃度が高く維持され、光合成速度は標肥区よりも高かった。遅発分けつ葉身の光合成速度は熟期の遅いクサホナミと同程度の値を示し、施肥区間で有意な差は無いが、追肥により葉面積は大きくなった(表1)。窒素追肥によって葉身の老化が抑制されて光合成活性が維持されるとともに、遅発分けつ葉身量が増加し、その葉身の光合成も乾物重増加に寄与する可能性が示された。

表1 出穂後の窒素追肥がFS1およびクサホナミの上位葉身および遅発分けつ葉身の光合成速度に及ぼす影響

葉身	系統	施肥	光合成速度		蒸散速度	SPAD	葉面積
			$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$			
止葉	FS1	標肥	8.2 b	0.350 b	6.4 b	22.3 b	-
		追肥	9.7 a	0.439 a	8.2 a	28.0 a	-
	クサホナミ	標肥	14.1	0.435 b	6.7 b	27.2 b	-
		追肥	14.2	0.513 a	7.2 a	31.8 a	-
第2葉	FS1	標肥	6.9 b	0.274 b	5.7 b	21.9 b	-
		追肥	7.4 a	0.350 a	7.4 a	29.4 a	-
	クサホナミ	標肥	9.4 b	0.479 b	7.4 b	24.1 b	-
		追肥	11.0 a	0.555 a	8.0 a	28.8 a	-
遅発分けつ止葉	FS1	標肥	12.8	0.354 b	7.1 b	35.6 b	6.4 b
	追肥	13.1	0.430 a	8.7 a	40.6 a	9.6 a	

測定日：9月15日(窒素追肥35日後)

測定光強度：Photosynthetic active radiation 1200  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

\* 異なる英小文字は系統内で施肥処理間でt-検定により5%水準で有意差があることを示す (n=12)。

### ③窒素追肥が窒素および非構造性炭水化物の蓄積に及ぼす影響

地上部窒素蓄積量は両系統ともに窒素追肥により増加した。クサホナミでは穂および葉身への分配量が多いのに対して、FS1では遅発分けつに最も多く分配された。

非構造性炭水化物蓄積量は、FS1ではクサホナミに比べて葉身に少なく、稈+葉鞘と遅発分けつに蓄積し、窒素追肥により低下する傾向にあった。

### ④FS1の水田における栽培利用の可能性

水田の栽培実験において雌性不稔系統イネFS1では窒素多肥条件でも、晩生多収性の飼料イネ品種と同等の地上部乾物収量を得ることはできなかった。しかし、出穂以降の窒素施肥により遅発分けつの成長を促進することができるので、その物質生産機能をより向上・利用することができれば、乾物収量の増加につながると期待できる。バイオマス生産増加のためには、FS1の晩生化など育種の改良、また栽培面からは植え付け本数の検討などがさらに必要である。

### (3) 研究成果のイネの収量向上研究およびバイオマス生産への利用(総合考察)

イネにおける最大のシンク器官である穂の機能が失われている雌性不稔系統FS1を利用して、通常の対照品種と比較するとともに穂切除処理を設定することによって、「穂の存在」と「穂のシンク機能」の喪失が

出穂以降のイネの物質生産および分配に及ぼす影響を解析・評価することができた。

イネにおける穂と物質生産の関係について本研究から得られた知見は、従来の穂切除実験の結果を総合したものをほぼ裏付けるものであったが、水田栽培の個体群レベルの物質生産過程を解析して、その差異を明らかにしたことは新しい知見である。得られた知見は、出穂後のイネ個体の老化と物質生産の関係を明確にするものであり、今後のイネの子実収量向上および乾物収量向上に関する研究に向けて有益であると考えられる。

F S 1 の特異な物質生産特性である遅発分けの物質生産機能を高める栽培方法として、F S 1 の出穂後に窒素追肥を実施して、乾物収量を多収性品種と比較した。葉身の老化が抑制されて光合成活性が維持されるとともに、遅発分け量が増加し、その葉身の光合成も乾物重増加に貢献すると推定され、標肥条件に比べて乾物収量の増加がみられたものの、熟期の遅い多収性品種には及ばなかった。

F S 1 は子実のシンク機能喪失分だけ茎葉の割合が多いことを考慮すれば、茎葉を利用する粗飼料としての利用が有効であると考えられる。ホールクロップサイレージ向けのイネ品種としては、多収性、耐倒伏性、耐病虫性、脱粒性、耐肥性などが評価される。飼料イネの育種に当たっては、可消化養分総量 (TDN) 含量の向上と粗消化性の向上が課題になっている。F S 1 の地上部乾物重の分配割合をみると、通常品種では穂が 40~50% を占めるのに対して、F S 1 では穂の占める割合は約 10% で、残りは遅発分けを含む茎葉が占める。例えば、地上部乾物収量が飼料用品種で  $1.8 \text{ t ha}^{-1}$ 、F S 1 で  $1.4 \text{ t ha}^{-1}$  と仮定すると、茎葉の乾物収量は、飼料用品種は約  $0.8 \text{ t ha}^{-1}$  となるが、F S 1 では約  $1.2 \text{ t ha}^{-1}$  となる。F S 1 は、消化困難な粗が少なく、茎葉の割合が多いので、乾物収量の低さを補うことができると考えられる。さらに、穂が実らないことから窒素多肥条件にしても倒伏の心配はないことから、茎葉部主体のイネ飼料としての利用可能性が期待できる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 5 件)

- ① 加藤盛夫, 茨城県南部における再生イネの乾物収量と飼料成分, 日本作物学会第 227 回講演会, 2009 年 3 月 28 日, つくば市
- ② 加藤盛夫, Nitrogen topdressing at the early ripening stage enhances the growth of late tillers in a female

sterile rice line FS1, The 5th International Crop Science Congress, 2008 年 4 月 18 日, 韓国・済州

- ③ 加藤盛夫, 雌性不稔イネの飼料成分と *in vitro* 乾物消化率, 日本作物学会第 225 回講演会, 2008 年 3 月 28 日, 土浦市
- ④ 加藤盛夫, The role of panicles without sink function in dry-matter production and partitioning of rice: Analysis by panicle removal of a female-sterile and a normal line, The 2nd International Conference on Rice for the Future, 2007 年 11 月 9 日, タイ・バンコク
- ⑤ 加藤盛夫, 雌性不稔イネの乾物生産と分配に及ぼす登熟期窒素追肥の影響, 日本作物学会第 224 回講演会, 2007 年 9 月 27 日, 金沢市

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

加藤 盛夫 (KATO MORIO)

筑波大学・大学院生命環境科学研究科・助教

研究者番号: 90204502

##### (2) 研究分担者 なし

##### (3) 連携研究者 なし