

水稻の青刈り利用と再生稲の子実生産に関する研究

第1報 作期および青刈りの時期と高さが青刈り稲並びに 再生稲の収量、飼料価値に及ぼす影響*

大 西 政 夫・堀 江 武

(京都大学農学部)

平成元年7月31日受理

要 旨：稲作と畜産の有機的結合を図る一手段として、水稻を生育途中で一度青刈し、飼料として利用するとともに再生稲から高い子実生産を得るための栽培・管理法を明らかにする目的で、日本晴を供試し、作期および青刈りの時期と高さが青刈り稲並びに再生稲の玄米、ワラの収量とそれらの飼料成分に及ぼす影響を調べた。青刈り時期が遅くなるほど青刈り稲の収量は直線的に増加したが、玄米およびワラ収量は逆に直線的に減少した。さらに青刈り時期の遅延とともに、青刈り稲の粗たん白質含有率は顕著に低下し、粗脂肪含有率も低下する傾向にあった。このように青刈り時期は青刈り稲と再生稲の収量に拮抗的に影響するが、両者をこみにした総合粗たん白質と総合粗脂肪収量は出穂前40～30日頃の青刈りで最大となり、さらにこの時期に刈取った青刈り稲の粗たん白質、粗脂肪含有率はイネ科牧草のそれらの平均含有率よりも高かった。5cm刈りは10cm刈りよりも青刈り稲収量は高いが、その飼料価値は低く、また再生稲の収量を低める傾向にあった。さらに、早植えによって低刈りによる再生稲の減収割合が小さくなり、青刈り稲の飼料価値も高まった。以上より、日本晴を標準的な施肥条件下で、青刈り実取り栽培を行う場合、早植えし、出穂前40～30日の地上10cmでの青刈りが総合養分生産性並びに飼料価値の面で最適と考えられる。この場合、飼料成分的にみて、一般の牧草より優れた青刈り稲を約1.5t/ha収穫できるとともに、再生稲から無刈取りの70～90%の子実生産が期待できることがわかった。

キーワード：青刈り、再生、子実生産、飼料価値、飼料成分、水稻。

Production of Soiling Rice Herbage and Grain from Regrowth I. Effects of cropping season and soiling time and height on herbage and grain yields and feeding value: Masao OHNISHI and Takeshi HORIE (Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kyoto 606, Japan)

Abstract : With the objectives to develop a simultaneous production system of rice for soiling herbage and for grain from the regrowth, we investigated effects of cropping season and soiling time and height on herbage and grain yields and their feeding value. As the soiling time delayed, the herbage yield linearly increased but the grain yield from the regrowth linearly decreased. Later soiling brought a remarkable reduction of crude protein and also a slight reduction of crude fat concentration of the herbage. These concentrations of rice herbage soiled until 30 days before heading were higher than those of average over 6 temperate grasses. The total yields of crude protein and fat summed over the herbage, grain and straw of the regrowth reached a maximum at the soiling of 30 to 40 days before heading and were higher than those of unsoiled rice by 6-28%. The 5cm soiling reduced the grain and straw yields of the regrowth and also crude protein, fat and organic matter concentrations of the herbage, especially at the late transplanting. In conclusion, earlier transplanting and soiling at 30-40 days before heading at the height of 10cm are considered to be an optimum for the total yield of herbage, grain and straw and also for the feeding value of herbage. Under a traditional fertilizer application and planting density, this production system enables us to produce about 1.5t/ha of herbage and 70-90% of grain yield of unsoiled rice.

Key words : Feed composition, Feeding value, Grain production, Regrowth, Rice, Soiling.

穀物自給率の著しい低迷の続く中で、米の生産過剰という今日の日本農業の抱える問題を考えると、現在のイネ単作の水田農業に、裏作や転換作物とともに、家畜の導入をも含めた水田の高度利用を図り、生態的安定性と生産性の両者の高い食糧生産システムの追求が必要である。水田地帯に家畜を導入する上で最大の問題は、夏期の粗飼料生産の困難

さにある。

世界の畜産を広くみるとその多くは、それぞれの国土に適した草種を飼料として利用している。たとえばアメリカでは、生育初期のコムギ畑を牛の放牧地として利用した後、再生茎から子実を収穫するシステムがすでに確立されている¹⁶⁾。わが国においても、水田地帯に最も適した作物であるイネを家畜の飼料として利用するための研究は数多く試みられている^{4,5,13,14,17,21,29)}。しかし、それらの大部分は水稻

* 大要は、第180回講演会(1985年9月)において発表。

のホールクロップサイレージ利用に関するものであり、アメリカのコムギ畑の放牧のように、水稻の青刈りと再生を利用した飼料と子実の生産を同時に追求する研究は、約20年前に飯田ら^{10,11,26)}および佐藤ら^{24,25)}によって試みられた以外には見当たらず、また水稻の再生過程についての作物学的研究^{6,7,22,23)}は行われているものの、それらを総合した品種選択や栽培・管理法の改善によって青刈り稲の飼料価値と収量並びに再生稲の子実生産をどこまで高め得るか、という点に関しては未解明のままである。

本研究は、水田稲作と畜産との有機的結合の可能性をもとめて、飯田らおよび佐藤らの結果を今日の新しい品種、栽培法のもとで再検討するとともに、それに加えて青刈り稲の消化率、飼料成分等の飼料価値および再生稲の玄米、ワラをも含めた総合的な飼料養分生産の観点から、最適な品種並びに栽培法を追求しようとするものである。本報では、水稻日本晴について作期および青刈りの時期と高さが青刈り稲および再生稲の玄米、ワラ収量並びにそれらの飼料成分に及ぼす影響を調べ、総合養分生産性および青刈り稲の飼料価値の面から、それらの最適条件を明らかにしようとした。

材料と方法

水稻品種日本晴を供試し、標肥条件下で1983年は1作期、1984年は2作期を設け栽培を行った。施肥の時期と量は第1表に示すとおりである。1983年は5月10日に播種、6月10日に本田に移植、1984年の早植えは4月17日に播種、5月25日に本田に移植、遅植えは5月4日に播種、6月13日に本田に移植した。栽植密度は30×15 cmの2本植えであった。青刈り時期として、1983年は出穂前34日の7月15日から7日間隔で3期設定し、1984年の早植えでは出穂前52日の6月22日から、遅植えでは出穂前40日の7月11日から7日間隔で、それぞれ4期設定した。青刈りの高さは地上5 cm、

Table 1. Amount of fertilizer application (kg/ha).

	Basal	Topdressing			Total
		(1)	(2)	(3)	
N	40	40	30	20	130
P ₂ O ₅	100	0	30	0	130
K ₂ O	60	0	40	0	100

(1) at the tillering stage.

(2) at panicle formation stage.

(3) at the ripening stage.

Table 2. Experimental plots and heading date.

Transplant time	Soiling date (Days before heading)		Soiling height (cm)	Full heading date	Delay of heading (days)
1983 Late transplant (June 10)	July 15	(35)	10	Aug. 23	4
	July 22	(28)	10	Aug. 23	4
	July 29	(21)	10	Aug. 20	1
	Control		—	Aug. 19	—
1984 Early transplant (May 25)	June 22	(52)	10	Aug. 16	3
			5	Aug. 19	6
	June 29	(45)	10	Aug. 19	6
			5	Aug. 19	6
	July 6	(38)	10	Aug. 17	4
			5	Aug. 19	6
	July 13	(31)	10	Aug. 17	4
	Control		—	Aug. 13	—
1984 Late transplant (June 13)	July 11	(40)	10	Aug. 24	4
			5	Aug. 26	6
	July 19	(33)	10	Aug. 23	3
			5	Aug. 25	5
	July 25	(26)	10	Aug. 22	2
			5	Aug. 22	2
	Aug. 1	(19)	10	Aug. 20	0
	Control		—	Aug. 20	—

あるいは地上 10 cm とした。これらの作期、青刈りの時期および高さを組合せ、第2表に示すように、17の青刈り処理区とそれぞれの作期の対照区（無青刈り区）の計20の試験区を設け、2反復乱塊法で実験を行った。

分析用サンプルは、60°C、24時間通風乾燥し、2昼夜室内に放置し風乾状態とした後、ウィレー式ミルで粉碎したものを用いた。

上記のように調製した青刈り稻と再生稻の玄米、ワラのそれぞれのサンプルについて、粗たん白質、粗脂肪、灰分および水分の一般分析を行った。また、1983年のサンプルについては、細胞壁構成有機物（OCW）、Asid Detergent Fiber（ADF）、リグニン、ケイ酸および *in vitro* 消化率の測定も行った。分析法としては一般分析は常法⁹⁾、OCW、ADF、リグニンおよびケイ酸は、農水省畜産試験場の方法²⁰⁾を用いた。*in vitro* 消化率はめん羊の第一胃内容液を用いて Tilley & Terry の人工ルーメン法²⁷⁾を一部改変した方法⁸⁾を用いた。第一胃内容液としてはオーチャード・チモシー混播牧乾草とふすま（混合比2:3、体重の2%）を給与したフィステル装着めん羊より採取した第一胃内容物を、二重ガーゼで濾過後、1000 rpm 5分間遠心分離して得た上澄み液を用いた。

結 果

1. 青刈りと発育

水稻を青刈りすると対照区より発育が数日遅くなった。即ち、第2表に示すように穂揃期は青刈り時期が早いほど遅くなる傾向があり、また、5 cm 刈りは 10 cm 刈りよりも遅れる傾向があった。この傾向は遅植えて特に顕著であった。

2. 青刈り稻、玄米およびワラ収量

第1図に示すように、青刈り稻収量は青刈り時期

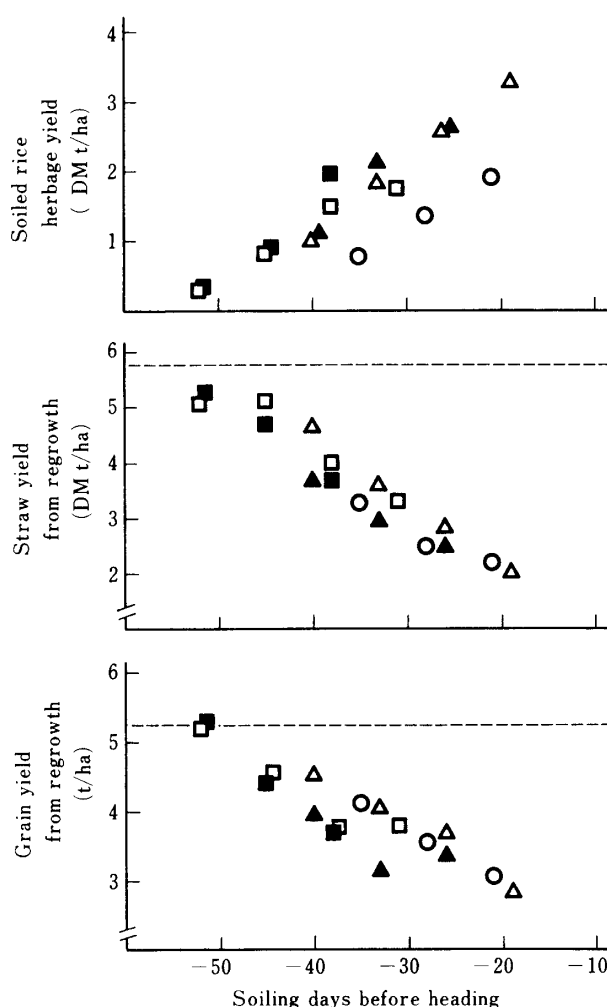


Fig. 1. Soiled rice herbage yield (top) and straw (middle) and grain (bottom) yields from the regrowth as influenced by soiling time and height, and transplanting time.

○ '83 Late transplant, 10cm cut.

□ '84 Early transplant, 10cm cut.

■ '84 Early transplant, 5cm cut.

△ '84 Late transplant, 10cm cut.

▲ '84 Late transplant, 5cm cut.

--- The corresponding yields for unsoiled rice grown in early cropping season in 1984.

Table 3. Concentrations of organic cell wall (OCW), acid detergent fiber (ADF), lignin, silica and *in vitro* digestibility of soiled rice herbage.

Soiling date (Days before heading)	OCW (%DM)	ADF (%DM)	Lignin (%DM)	Silica (%DM)	<i>in vitro</i> digestibility	
					DM ¹⁾ (%)	OM ²⁾ (%)
1983 July 15 (35)	54.3	32.9	2.51	5.03	75.3	76.0
July 22 (28)	56.5	35.0	2.21	4.59	74.7	74.8
July 29 (21)	60.6	38.2	3.42	6.01	72.4	72.8

1) Dry matter.

2) Organic matter.

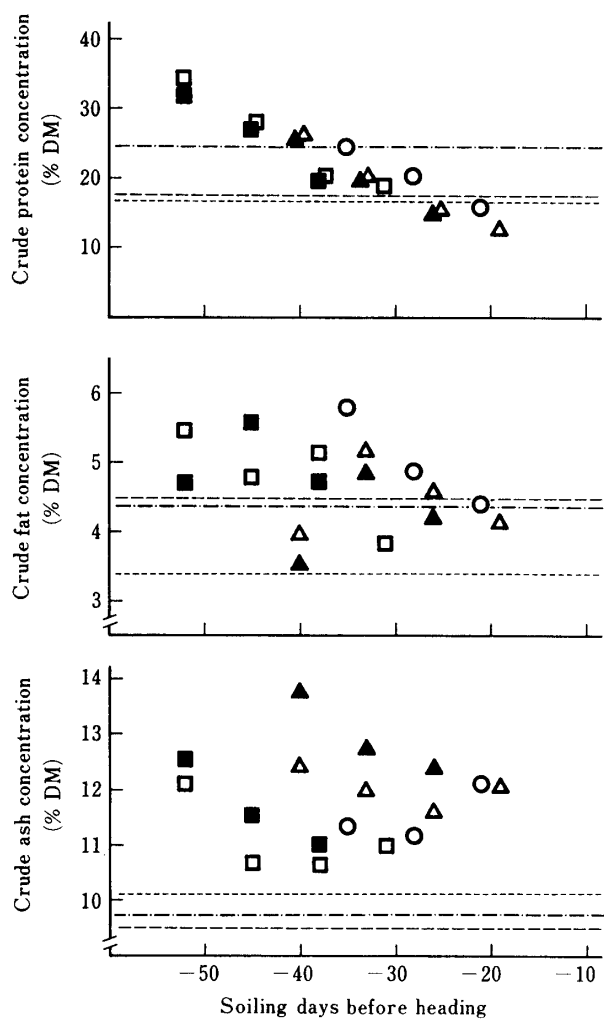


Fig. 2. Concentrations of crude protein (top), crude fat (middle) and crude ash (bottom) of soiled rice herbage as affected by soiling time and height, and transplanting time. Symbols in the figure are the same as those in Fig. 1.

• Mean value of 4 legumes before flowering (alfalfa, white clover, red clover and chinese milk vetch).
 --- Mean value of 6 temperate grasses before heading (italian ryegrass, perennial ryegrass, tall fescue, meadow fescue, timothy and orchardgrass).
 Mean value of 6 tropical grasses before heading (bermuda grass, bahiagrass, dallisgrass, rhodesgrass, sudangrass and colored guineagrass).

が遅くなるにつれて直線的に増加したが、一方、再生稲の玄米とワラの収量は逆に直線的に減少した。この傾向は遅刈りで顕著であった。5 cm 刈りは 10 cm 刈りより、青刈り稲収量は平均 13% の増収となったが、再生稲の玄米およびワラ収量は、減少する傾向にあった。83 年の各収量は 84 年と比較して低

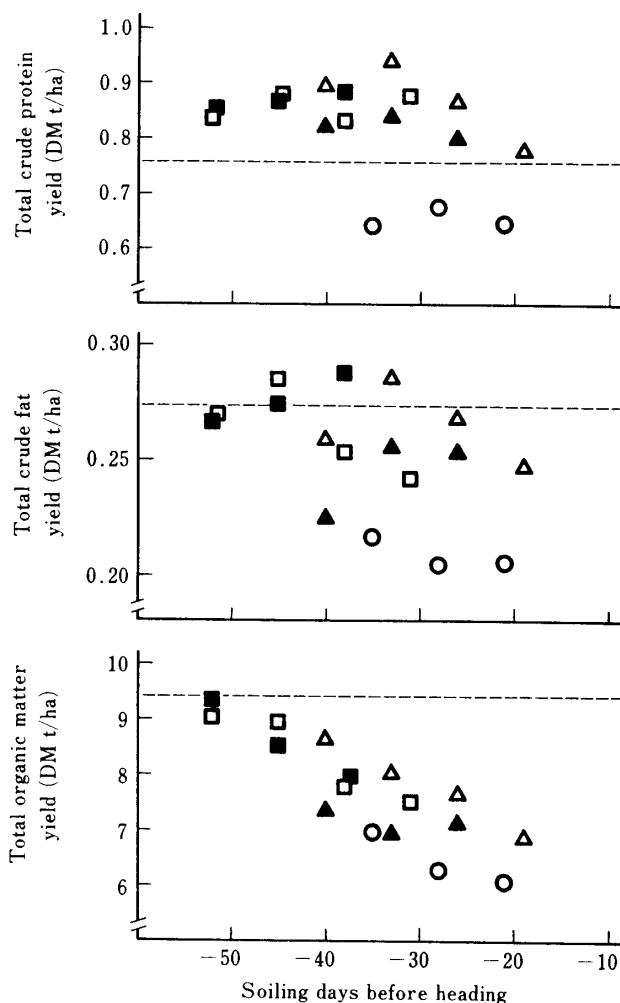


Fig. 3. Total crude protein (top), crude fat (middle) and total organic matter (bottom) yields sum over soiled rice herbage and grain and straw from the regrowth in relation to cropping season and soiling time and height. Symbols in the figure are the same as those in Fig. 1.

収となったものの、対照区に対する青刈り区の玄米およびワラ収量の比は、両年ともほぼ同様であり、青刈り時期に大きく左右された結果、それぞれ 53~102%, 36~92% の範囲に分布した。

3. 青刈り稲の飼料成分

青刈り稲の粗たん白質含有率は、青刈り時期が遅くなるにつれ、直線的に減少し、粗脂肪含有率は、出穂前約 30 日を過ぎて青刈りすると低下する傾向がみられた (第 2 図)。また、この両者とも 5 cm 刈りは 10 cm 刈りよりも低くなる傾向にあった。

粗灰分含有率に及ぼす青刈り時期の影響は明瞭ではなかったが、低刈りするほど、また作期が遅くなるほど増加する傾向が認められた。

第3表に示すように青刈り稲の OCW, ADF, リグニンおよびケイ酸の含有率は青刈り時期が遅くなるほど増加し、それによって *in vitro* 消化率も低下することがわかった。

4. 総合養分収量

青刈り時期の早晚により、青刈り稲の収量と再生稲の玄米、ワラ収量とは、拮抗的に変動することが認められたので、両者をこみにした総合の養分収量と青刈り時期の関係を調べた（第3図）。

総合粗たん白質収量は出穂前 40～30 日頃の青刈りによって最大になる傾向を示した。また、5 cm 刈りより 10 cm 刈りの方が多収となる傾向があり、特に遅植えでその傾向が強かった。青刈り区は対照区より、6～28%の増収となり、青刈りを行うことにより、同一施肥条件下でも総合粗たん白質収量が増加し、窒素利用効率が高まることがわかった。総合粗脂肪収量は総合粗たん白質収量ほど顕著でないが、ほぼこれと同様の傾向を示した。

総合乾物収量から粗灰分部分を差し引いて得られる総合有機物収量は、各試験区とも青刈りが遅くなるほど直線的に減少したが、5 cm 刈りより 10 cm 刈りの方が常に多収となった。その傾向は遅植えで顕著であった。この総合有機物収量については、対照区を上回る青刈り区はみられなかった。

考 察

本実験で得られた結果を既往の研究^{10,11,24,25,26)}と対比しつつ、青刈り稲の飼料成分、消化率等の飼料価値の観点並びに青刈り稲および再生稲の玄米、ワラ収量の合計値にそれらの品質をも加味した総合養分生産性の観点から、最適な青刈りの高さ、作期および時期について考察を行う。

1. 青刈りの高さについて

青刈りの高さが低い方が青刈り稲の収量は高くなったが、再生稲の玄米とワラの収量は逆に減収する傾向がみられ、特に遅植えでこれが顕著であった。これは、低刈りの方が切株の貯蔵養分が少なく、初期の再生が劣り穂揃期までに十分な葉面積を確保できなかったことが原因と考えられる。このように青刈りの高低は青刈り稲と再生稲の玄米およびワラの収量に対して拮抗的な影響を与えるため、最適な青刈りの高さはこの両者を勘案してきめなければならない。この点に関し、飯田ら¹¹⁾は青刈り稲と再生稲の両者の収量性に作業性を加味して、10 cm の青刈りの高さを適当とし、一方、佐藤ら^{24,25)}は再生

稲の玄米収量の低下が起こり難い 25 cm が適当としている。本研究では青刈り稲と再生稲の玄米、ワラ収量をそれぞれの粗たん白質含有率あるいは粗脂肪含有率で重み付けて合計した総合養分収量と青刈り稲の飼料価値の二点に着目して、青刈りの高さの最適値の評価を行った。

まず総合養分収量の観点からは、明らかに 10 cm 刈りが 5 cm 刈りよりも高いことから、10 cm 刈りが優れているといえる。次に飼料価値の面では 10 cm 刈りは 5 cm 刈りよりも粗たん白質と粗脂肪の両者の含有率がともに高いことから、これらと高い正の相関¹⁾のある可消化養分総量 (TDN) も高くなるといえ、さらに 10 cm 刈りの低い粗灰分含有率はその構成物質の一つであり、消化性を下げるケイ酸^{3,14)}の含有率が低いことを示唆^{4,17)}しており、これらより青刈り稲の飼料価値は 5 cm 刈りより 10 cm 刈りの方が優れていると考えられる。

本研究では青刈りの高さは 5 cm および 10 cm の 2 水準に設定したため 10 cm 以上の高刈りでの総合養分収量と飼料価値がどう変化するかについては今後の課題であるが、この研究の当初の目的である夏期の粗飼料確保という点からは、青刈り稲収量が著しく低下する 10 cm 以上の高刈りは望ましくない。

以上の点を総合して判断すれば、青刈りの高さは約 10 cm が適当ということになり、これは飯田ら¹¹⁾の結果と一致する。

2. 作期について

早植えの出穂前 38 日 10 cm 刈り区の玄米収量は、その前後の青刈り時期と比較して異常に低いことから、何か別の誤差要因が関与していたことが考えられる。このことを考慮すれば、青刈り時期を同一とする限り作期が青刈り稲および再生稲の玄米とワラ収量に及ぼす影響は比較的小さいと思われる。一方、総合養分収量についてみると、10 cm 刈りでは、作期の影響は小さかったが、5 cm 刈りでは、早植えが遅植えより多収であった。

青刈り稲の粗たん白質と粗脂肪の含有率には作期による明確な差異は見られなかった。一方、粗灰分含有率は、総じて遅植えの方が早植えよりも高く、ケイ酸含有率も高いことが示唆された。これより、青刈り稲の飼料価値の観点からは早植えが遅植えより優れていると考えられる。

以上、青刈り稲の飼料価値および総合養分生産性からみると、作期は早い方がよく、近畿地方では 5 月上旬に移植するのが適当と考えられる。

3. 青刈り時期について

青刈り時期の遅延とともに青刈り稲収量は直線的に増加したが、一方、再生稲の玄米、ワラ収量は逆に直線的に減少した。本実験は標準的な施肥、栽植密度で行ったものであり、多肥、密植条件下ではこれより各収量とも増収することが期待できることを考慮しても、対照区に対して70%以上の玄米収量が得られる出穂前30日頃が青刈りの晩限であろう。

青刈り時期が遅くなるにつれて、青刈り稲の粗たん白質、粗脂肪含有率および *in vitro* 消化率は低下し、消化性に大きな影響を及ぼす成分であるOCW、ADF、リグニンおよびケイ酸の含有率は増加するという作物の一般的傾向がみられた。これらの含有率を各種の牧草の値と比較すると、第2図にみられるように、出穂前40日までに刈取った青刈り稲の粗たん白質および粗脂肪含有率は、日本標準飼料成分表¹⁹⁾より得た6種のイネ科寒地型牧草、6種のイネ科暖地型牧草、4種のマメ科牧草それぞれの生草の出穂前の平均含有率より高く、出穂前30日までに刈取っても、青刈り稲の粗脂肪含有率はこれらの牧草より高く、粗たん白質含有率もマメ科牧草よりやや低くなるものの、イネ科寒地型および暖地型の牧草より高いことがわかった。さらに、水稻は一般に硝酸態窒素をほとんど含んでいないと考えられる¹²⁾ため、この青刈り稲を多給しても家畜の硝酸塩中毒の危険性はほとんどないといえよう。

青刈り稲のOCW、ADF、リグニンおよびケイ酸の含有率は出穂前30日頃までに刈取ると、阿部ら²⁾が求めた各種の牧草の値よりケイ酸はやや高いが、他の成分はそれらとほぼ同程度であった。*in vitro* 消化率は出穂前20日頃に青刈りしたものでさえ、同一方法で行った梅村ら²⁸⁾のオーチャード・チモシー混播牧草乾草の値より約10%高く、阿部ら²⁾のE-DOM (Digested Organic Matter by Enzymes) 値よりも高い傾向にあった。したがって、青刈り稲は他の牧草よりケイ酸含有率は高いものの消化率は高いと考えられる。

これらの結果より、一般の牧草より飼料価値の優れた青刈り稲を収穫するという観点からみると、青刈り時期としては出穂前30日までが適当であり、特に出穂前40日までが望ましいといえる。

総合粗たん白質収量、総合粗脂肪収量は出穂前40~30日頃の青刈りで最大となる傾向がみられた。さらに、全ての青刈り区において、総合粗たん白質収量、すなわち総合窒素吸収量は、対照区より多収

となり、総合粗脂肪収量も同様の傾向がみられた。このように、青刈りを行うことにより総合養分生産性が高まったのは、刈取りによって植物ホルモンのバランスが変化する¹⁸⁾ことによる老化の遅延¹⁵⁾(若返り現象)が、水稻の青刈りにおいても発現し^{22,23)}、窒素吸収能等の生理活性が高まったと考えられること、成熟時までに枯れる下葉や無効分げつの一部を青刈り稲として収穫したこと、青刈りによって過繁茂が回避されたことに起因している考えられる。

上で述べた青刈り稲と再生稲の収量性、青刈り稲の飼料価値および総合養分生産性の三側面から青刈り時期を総合的に評価すると、出穂前40~30日頃が最適といえる。これは、主として青刈り稲と再生稲の収量性の面から、出穂前40日頃の青刈りが適当とした飯田¹⁰⁾の結果とほぼ一致している。

以上の考察を総合すると、水稻を標準的な施肥および栽植密度条件下で青刈り実取り栽培を行う場合、近畿地方では5月上旬に移植し、出穂前40~30日に地上10cmの高さで青刈りするのが適当と考えられる。このような栽培・管理法によって飼料成分、消化率等の飼料価値からみて、一般の牧草より優れた青刈り稲を乾物で約1.5 t/ha 収穫できるとともに、再生稲から対照区の70~90%の子実生産が期待でき、これによって、対照区を上回る粗たん白質および粗脂肪も生産できる。本実験は、標準的な施肥量および栽植密度で行なったが、今後は、施肥量、栽植密度そして品種の違いが青刈り稲や再生稲の収量、品質に及ぼす影響について検討するとともに株の貯蔵養分はもとより気象条件をも考慮した青刈り後の水稻の再生を予測する動的モデルの作成を試みたい。

引用文献

1. 阿部 亮 1988. 炭水化物成分を中心とした飼料分析法とその飼料栄養価評価法への応用. 畜試研資 2: 53-64.
2. ———・堀井 聡・亀岡暄一 1979. 酵素分析の組合せに基づく飼料成分の表示. 畜試研報 35: 101-116.
3. ———・————— 1972. 粗飼料の細胞壁構成物質に関する研究. 第4報 構成炭水化物の各種成分間の相互作用. 畜試研報 25: 69-74.
4. 福見良平・熊井清雄・丹比邦保 1982. 飼料用稲の粗飼料生産と栄養価. 第1報 粗飼料生産、サイレージ品質及びサイレージと乾草の飼料価値における日本稲と外国稲の差異. 愛媛大学農学部紀要 27: 25

- 36.
5. ————・————— 1984. ————
———. 第2報 青刈稲の収量、サイレージ品質ならびに飼料価値における施肥効果と品種間差異. 日草誌 30:157—164.
6. 後藤雄佐・星川清親 1987. 青刈り水稻の再生に関する研究. 第1報 幼穂発達期間の青刈り時期および高さによる再生の差異. 日作紀 56:467—473.
7. ————・————— 1988. ————
第2報 青刈り後新たに出現した分げつについて. 日作紀 57:59—64.
8. 堀井 聡・阿部 亮・金 康植・亀岡暄一 1971. 人工消化試験による粗飼料の栄養価の判定. 畜試研報 24:99—105.
9. ————・倉田陽平・林弥太郎 1971. 栄養実験のための理化学分析法. 一般分析法. 森本 宏監修. 動物栄養試験法. 養賢堂, 東京. 280—298.
10. 飯田克美 1970. 水稻の青刈・実取兼用栽培. 農及園 45:780—786.
11. ————・高橋保夫 1976. イネの青刈り飼料化に関する研究. 農事試研報 24:57—93.
12. 石塚喜明・田中 明 1965. 水稻の栄養生理. 養賢堂, 東京. 49—54.
13. 柿本 裕・中村功男・館 孝・谷本和雄・渡辺 清武 1973. イネの飼料化に関する研究 第1報 イネの青刈り栽培・利用に関する調査. 福井県畜試報 3:33—38.
14. 丸山富一郎・菊池正武・田先威和夫 1973. 青刈り稲の生育時期別による飼料価値の変化. 生ワラの飼料利用に関する研究報告書III. 農文協, 東京. 13—17.
15. 増田芳雄 1988. 植物生理学. 培風館, 東京. 107—110.
16. 宮崎 昭 1984. アメリカにおける牛の小麦畑放牧. 畜産の研究 38:386—390.
17. 中島敏男・中村照臣 1979. 飼料用稲の栽培に関する試験. 山口農試研報 31:109—116.
18. 野島 博 1987. 草地の生産生態. ソルガム類の生産特性と再生. 後藤寛治編. 文永堂, 東京. 193—204.
19. 農林水産省農林水産技術会議事務局 1987. 日本標準飼料成分表. 14—22.
20. 農林水産省畜産試験場 1981. 新しい飼料分析法とその応用. 畜産試験場. No. 56-1 資料:14—42.
21. 野田昌治・藤田米一・木村健治 1975. 飼料用稲の品種と栽培に関する研究. 北陸農試報 17:111—128.
22. 佐藤 庚 1964. 稲の組織内澱粉に関する研究. 第11報 生育時期別の二三の処理がその後の生長および組織内澱粉含量に及ぼす影響. 日作紀 33:35—40.
23. ———— 1966. 禾本科作物における剪葉後の生長回復過程に関する研究. 第1報 稲の生育時期別新旧葉身切除がその後の生長に及ぼす影響. 日作紀 34:367—373.
24. ————・酒井 博・佐藤徳雄 1971. 生ワラの飼料化に関する研究. 生ワラの飼料利用に関する研究報告書II. 農文協, 東京. 16—22.
25. ————・————— 1973. 水稻の青刈り, 放牧利用に関する試験. 生ワラの飼料利用に関する研究報告書III. 農文協, 東京. 25—29.
26. 高橋保夫・飯田克美 1963. イネおよびノビエの青刈飼料化に関する研究. 日作紀 32:190—194.
27. Tilley, J.M. and R.A. Terry 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Brit. Grassld. Soc. 18:104—111.
28. 梅村恭子・宮崎 昭・川島良治・樋口隆昌・棚橋光彦・清藤幸一 1983. 稲わらおよびもみ殻の爆砕処理が飼料成分および *in vitro* 消化率に及ぼす影響. 日畜会報 54:206—208.
29. 箭原信男・高井慎二・沼川武雄 1981. 水稻ホールクロップサイレージの調製利用に関する研究. 東北農試研報 63:151—159.