

寒地型牧草地からシバ型草地への植生の移行期におけるエネルギーの流れ(2)

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者	小山, 信明 塩見, 正衛 築城, 幹典
巻/号	35巻1号
掲載ページ	p. 30-39
発行年月	1989年4月

寒地型牧草地からシバ型草地への植生の 移行期におけるエネルギーの流れ

II. エネルギー変換効率

小山信明・塩見正衛*・築城幹典

要 旨

小山信明・塩見正衛・築城幹典 (1989) : 寒地型牧草地からシバ型草地への植生の移行期におけるエネルギーの流れ II. エネルギー変換効率. 日草誌 35, 30-39.

寒地型牧草地からシバ型草地への植生の移行期におけるエネルギー変換効率の経年変化を検討した。この時期、草地の植生は寒地型牧草が優占する部分（寒地型部分）と、シバの現存量が経年的に増加し優占草種となった部分（シバ型部分）に分化した。

1) 全短波放射熱量から一次純生産量への年間平均エネルギー変換率は、草地全体では経年変化は見られなかったが、寒地型部分では0.66から0.46%と経年的に低下し、シバ型部分では0.42から0.56%に経年的に増加した。

2) 一次純生産量から採食量への年間平均エネルギー変換率は寒地型部分で29.5~32.0%、シバ型部分では34.2~35.3%であった。

3) 一次純生産量から牧草消失量（牧草枯死部がリターとなって分解消失した量）への年間平均エネルギー変換率は、寒地型部分で64.4から77.3%に経年的に増加し、シバ型部分では72.7から41.8%に減少した。

4) 寒地型牧草地からシバ型草地への植生の移行期には、寒地型牧草が優占する部分では一次純生産量が減少し、採食量及び牧草中に蓄積されたエネルギー量も減少した。シバが優占する部分では一次純生産量及び採食量は増加し、シバの体内に蓄積されたエネルギー量も増加した。

キーワード：エネルギー変換効率，寒地型牧草，シバ，放牧草地。

緒 言

北関東に位置し南斜面に耕起造成された寒地型放牧草地において、強放牧と少量施肥のもとで草地にシバが侵入⁸⁾、植生がシバ型草地に移行したことを第1報⁹⁾で報告した。寒地型牧草とシバでは季節生産性^{10,16,17)}、光合成能力^{15,18)}、家畜の採食性⁹⁾が異なるので、シバの割合が高まるにつれて、草地全体の季節生産性、一次純生産量、採食量も変化していくであろう。それにつれて、太陽から牧草、更に牧草から家畜へとその姿を変えながら流れていくエネルギーの変換効率もまた変化していくと考えられる。

しかしながら、寒地型牧草地からシバ型草地への植生の移行に伴うエネルギー変換効率の変化について報告した例はない。本報告では寒地型牧草地からシバ型草地へと植生が移行しつつある時期におけるエネルギー変換効

率の変化について明らかにする。

材料及び方法

1. 供試草地と放牧方法

1973年に草地試験場内に寒地型牧草6草種を播種して造成した草地を用いて、1983年から1987年にかけて試験を行なった。供試草種はオーチャードグラス、トールフェスク、ペレニアルライグラス、ケンタッキーブルーグラス、レッドトップ、シロクロバであった。シバは1979年以降草地内に侵入し、草地の植生は第1報⁹⁾で報告したようにシバが優占するシバ型部分と寒地型牧草が優占する寒地型部分に分化した（図1）。

三要素施肥量（窒素-リン酸-加里 kg/ha/年）は1974~1979年には平均106-106-106、1980~1984年には平均54-54-54、1985~1986年には平均105-118-54であった。

放牧にはホルスタイン種と黒毛和種からなる8~9頭の育成牛を用い、供試草地2haを4牧区に分けて4月から10月まで7~8順の輪換放牧をおこなった。一回の

草地試験場（329-27、栃木県那須郡西那須野町）

* 現 農業環境技術研究所（305、つくば市観音台）

滞牧日数は7日間であった。放牧強度は1974~1982年にかけて平均390カウデー(CD), 1983年330CD, 1984年453CD, 1985年487CD, 1986年395CD及び1987年314CDであった。

2. 材料の採取

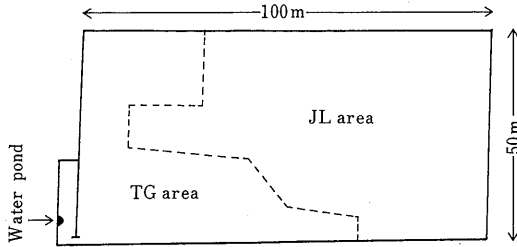


Fig. 1. The map of the grazing pasture in 1986.

Two areas of different types of vegetation in the pasture were found, one a temperate grasses-dominant area (TG area), the other a Japanese lawngress (*Zoysia japonica*)-dominant area (JL area).

供試草地内の4牧区の中の特定の一牧区(0.5ha)を調査牧区とした。この調査牧区から各退牧直後に、牧区内に設置した保護ケージ内外の牧草を地際より刈り取った。牧草地上部は枯死部と生存部に分け、生存部についてはさらに草種ごとに分けた。乾物重は70°Cで48時間以上通風乾燥して求めた。

3. エネルギー収支の計算

牧草の持つエネルギーはカロリーメータ CA-3 (島津製作所) を用いて測定した。

放牧草地のエネルギー収支の計算に必要な採食量と牧草消失量の推定方法を以下に述べる。

採食量：家畜の採食量は、保護ケージの内外の牧草乾物重の差から推定した。

牧草消失量：牧草地上部消失量(牧草地上部の枯死部がリターとなって分解消失する量)は、桐田⁷⁾のリターバッグ法(牧草の枯死部をナイロンバッグに入れて、一定期間地表に置き、その消失割合を求める)により求めた消失係数を用いて、枯死部分とリター重量の変化から KIRITA and HOZUMI の式⁶⁾により求めた。消失係数

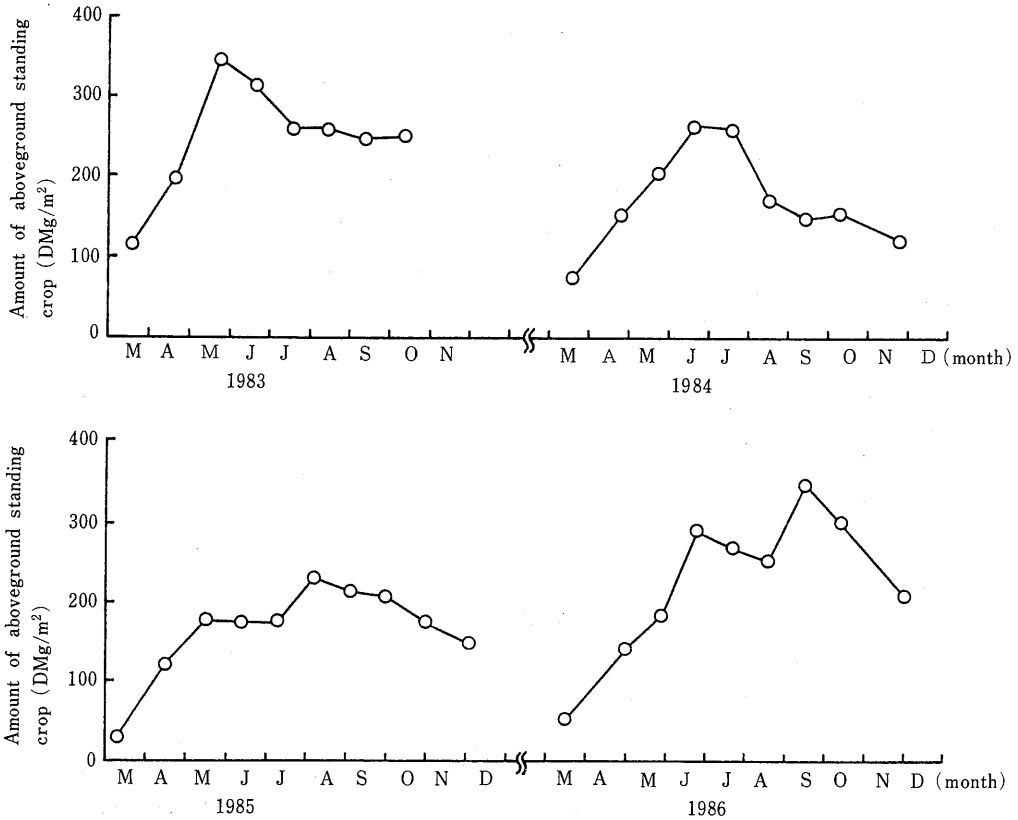


Fig. 2. Seasonal change in the amount of aboveground standing crop in the grazing pasture.

は3月から6月の間は $2.85 \times 10^{-3} \text{g/g/日}$, 6月から9月の間は $6.13 \times 10^{-3} \text{g/g/日}$, 9月から12月の間は $1.60 \times 10^{-3} \text{g/g/日}$, 12月から3月の間は $0.37 \times 10^{-3} \text{g/g/日}$ であった⁷⁾。

牧草地下部消失量(牧草地下部が枯死し分解されて消失する量)を計算するのに必要なシバ型部分における寒地型牧草とシバの地下部重は次のようにして求めた。

① 寒地型部分における寒地型牧草の T/R 比を求め、
② シバ型部分における寒地型牧草の地上部現存量に①の T/R 比を乗じて、寒地型牧草の地下部重を求めた。次いでシバ型部分の地下部重から②の寒地型牧草の地下部重を差し引いてその差をシバの地下部重とした。

寒地型牧草地下部が枯死分解して消失する量は、山本ら²⁰⁾が内視鏡を用いて測定した牧草地下部の回転率(1.48回転/年)を用いて、次式にて計算により求めた。

寒地型牧草地下部消失量 = 年平均地下部重 \times 1.48
シバの地下部が枯死分解して消失する量は、
シバ地下部消失量 = 春季の最大地下部重
- 秋季の最少地下部重

とした。

結 果

1. 牧草現存量の季節変化

草地全体の牧草地上部現存量の季節変化を図2に、また牧草地上部現存量中のシバの草種構成割合を図3に示した。草地全体の牧草地上部現存量は季節変化を示し、最大現存量は1983年には5月であったが、最大現存量に達する時期は年次を経るにしたがって遅くなり、1986年には9月であった。また牧草地上部現存量中に占めるシバの割合は年次を経るにしたがって増加する傾向にあった。

草地全体の牧草地上部現存量を寒地型部分とシバ型部分に分けて図4に示した。寒地型部分の牧草地上部現存量は、1983年と1984年では5月から6月にかけて最大現存量に達した後、夏季に減少した。1985年と1986年においては、5月と6月の現存量は、1983年と1984年の5月と6月の現存量に比べて著しく減少した。

シバ型部分では最大現存量は夏季に見られたが、最大

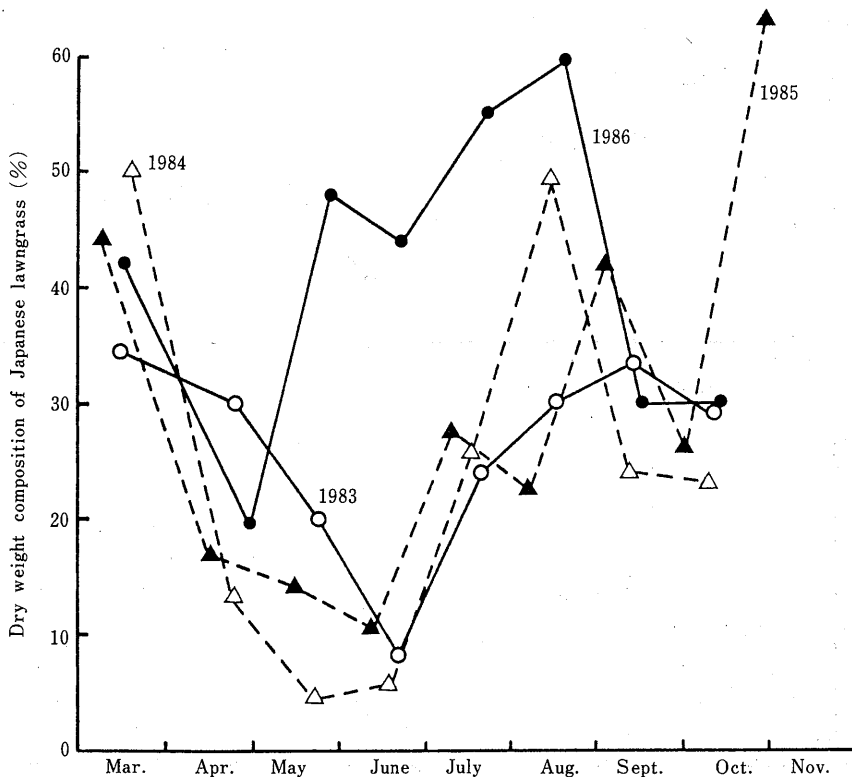


Fig. 3. Seasonal changes in the composition of Japanese lawngress in the amount of the aboveground standing crop in the grazing pasture from 1983 to 1986. Numbers in the figure show year.

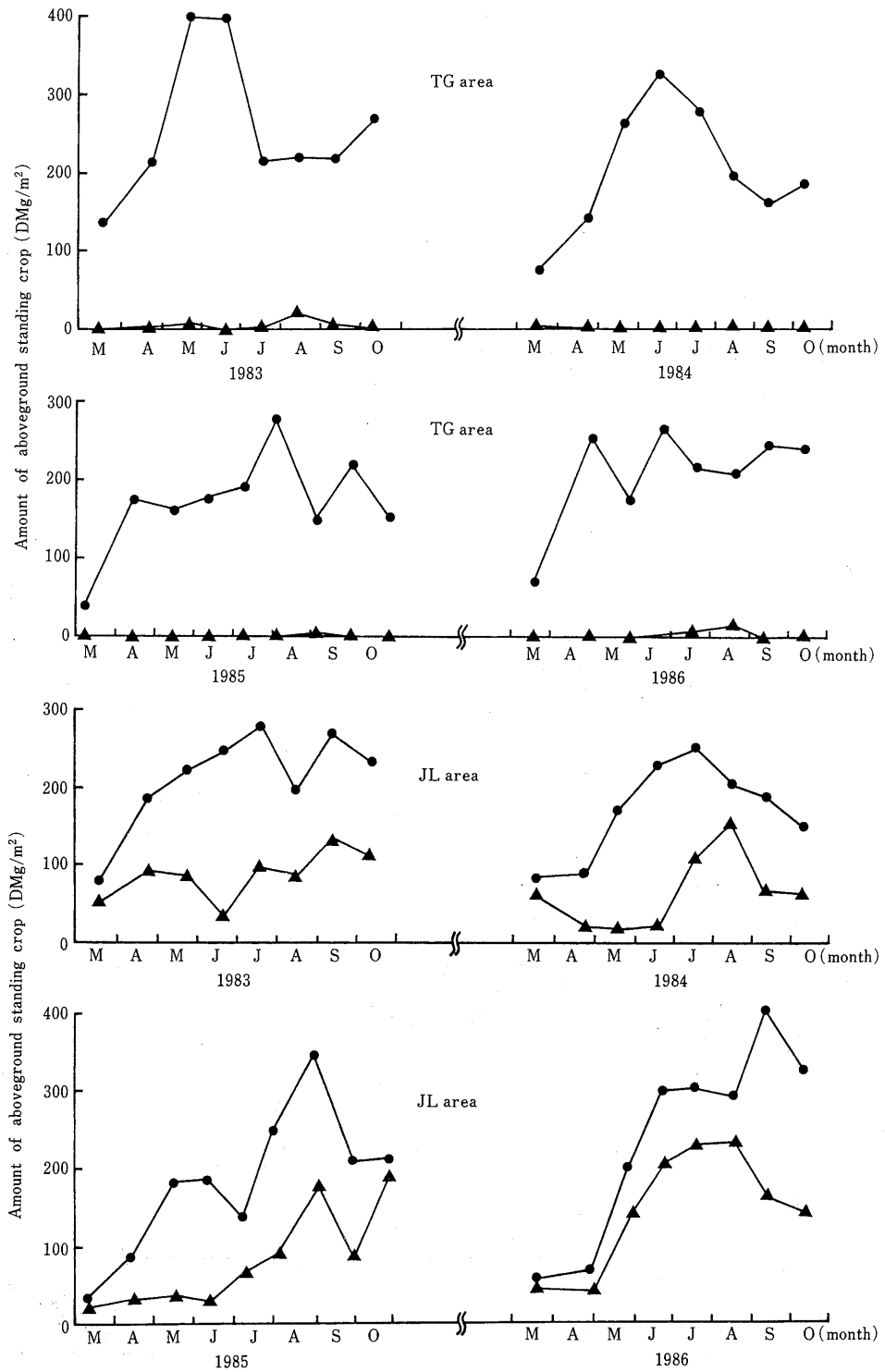


Fig. 4. Seasonal changes in the aboveground standing crop in the TG area and the JL area.
 ●—● : the total of the temperate grasses, white clover and Japanese lawngress,
 ▲—▲ : Japanese lawngress.
 For the TG area and the JL area, see Fig. 1.

現存量に達する時期は年次を経るにしたがって遅くなり
1986年には9月に最大現存量を示した。またシバの地上部現存量も年次を経るにつれて増加する傾向が見られた。

寒地型部分とシバ型部分における牧草地下部の推移を
図5に示した。寒地型部分においては、牧草地下部重は
夏季に減少する傾向がみられたが、シバ型部分では一定
の傾向がみられなかった。

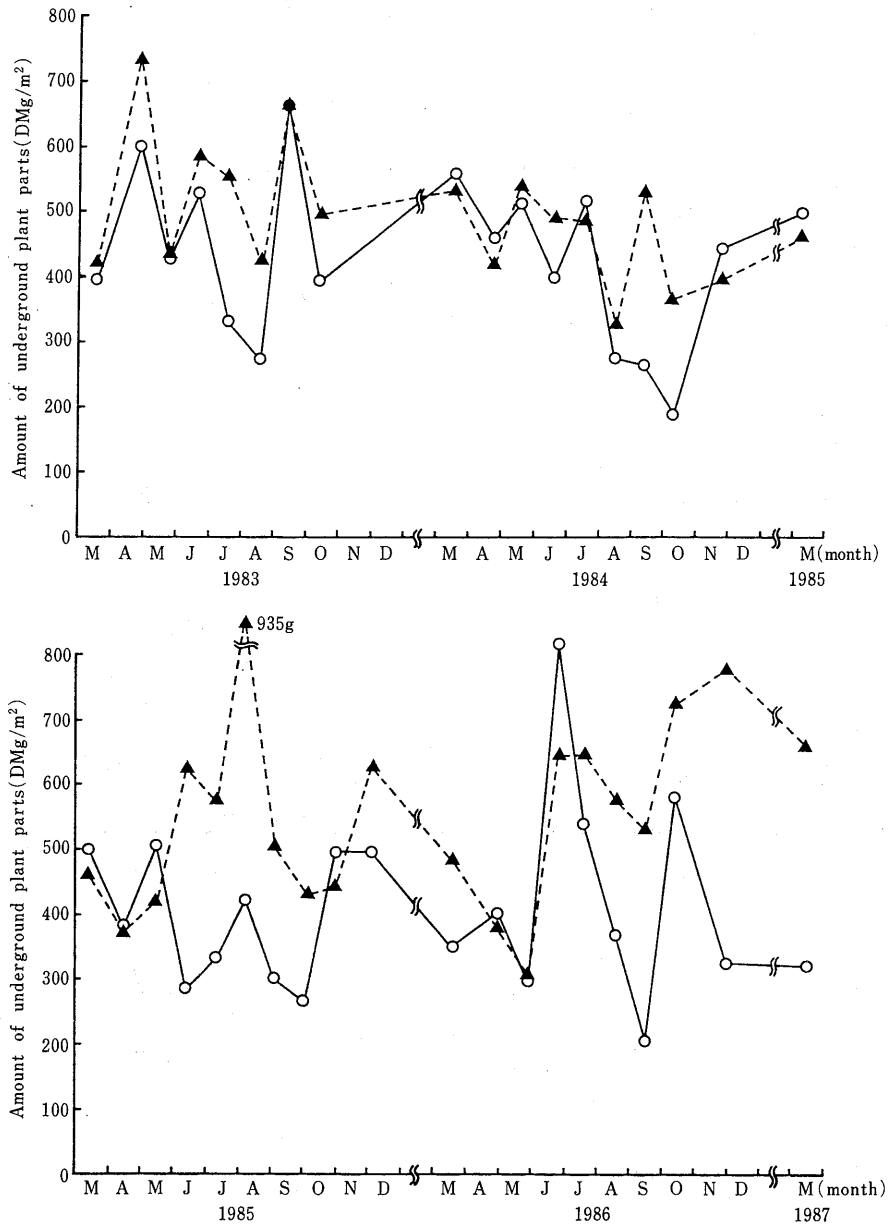


Fig. 5. Seasonal changes in the underground plant parts in the TG area and the JL area from 1983 to 1987.
○—○: the total of the temperate grasses, white clover and Japanese lawngrass in the TG area,
▲---▲: the total of the temperate grasses, white clover and Japanese lawngrass in the JL area.
For the TG area and the JL area, see Fig. 1.

2. 牧草のエネルギー量

牧草の乾物 1g が持つエネルギー量 (表 1) は年間平均して地上部生存部分が寒地型牧草で 18.61 kJ/g, シバで 18.70 kJ/g, 地上部枯死部分が 18.53 kJ/g, 地下部が 18.69 kJ/g であった。

3. 採食量及び牧草消失量

年間合計採食量及び牧草消失量を表 2 に示した。採食量は、寒地型部分では年次を経るにしたがって低下し、逆にシバ型部分では増加する傾向がみられた。

牧草地下部の年間消失量は、寒地型部分がシバ型部分より多く、両草地部分ともに年次を経るにしたがって減少し、その減少量は寒地型部分がシバ型部分より少なかった。

4. 放牧草地の生態系のエネルギー収支

本試験の実験結果から得られた放牧草地におけるエネルギー収支の経年変化を表 2 に示した。エネルギー収支はシバ型部分においてシバ型草地への植生移行期の 1983 年 3 月から 1985 年 3 月までと、シバ型草地となった 1985 年 3 月から 1987 年 3 月までに分けて示した。

全短波放射熱量 (E0) から一次純生産量 (E1) へのエネルギー変換効率は、草地全体では 0.51%~0.52% と年次間で差はみられなかった。しかし寒地型部分とシバ型部分に分けると両者で年次間変動に大きな差異がみられた。寒地型部分で 0.66% から 0.46% へと年次を経るにしたがって低下し、シバ型部分では 0.42% から 0.56% と高まった。

一次純生産量 (E1) から採食量 (E2) へのエネルギー変換効率は 29.5~35.3% で年次間で大きな変化はみられなかった。

一次純生産量 (E1) から牧草消失量 (牧草地上部消失量と地下部消失量の合計量, E3) へのエネルギー変換率は、草地全体では 68.7% から 52.9% へと低下した。しかし寒地型部分とシバ型部分に分けると、寒地型部分では年次を経るに従って 64.4% から 77.3% に高まった。逆に、シバ型部分では 72.7% から 41.8% に低下した。

牧草中に蓄積されたエネルギー量 (E4) は、草地全体では 1983 年 3 月から 1985 年 3 月にかけて年間 518 kJ/m² 減少し、逆に 1985 年 3 月から 1987 年 3 月にか

Table 1. Seasonal changes in energy content (kJ/g) in dry matter of plant parts.

Plant parts	Mar.17	Apr.26	May 24	June 21	July 19	Aug.16	Sept.13	Oct.11	Mean
Live parts in aboveground									
Temperate grasses	18.43	19.09	18.74	18.27	18.64	18.21	18.44	19.11	18.61
Japanese lawngress	18.53	19.00	18.77	18.45	18.72	18.50	18.60	18.99	18.70
Dead parts in aboveground	18.42	18.38	18.63	18.42	18.67	18.17	19.00	18.51	18.53
Underground parts	18.76	18.05	19.09	18.33	18.38	18.97	19.05	18.92	18.69

Table 2. Energy budgets in the grazing pasture (kJ/m²/yr)

Item	March 17, 1983-March 7, 1985			March 8, 1985-March 16, 1987		
	TG area	JL area	Mean	TG area	JL area	Mean
Net primary production (E1)	26616 (0.66%) ^a (0.98%) ^b	16891 (0.42%) ^a (0.62%) ^b	20353 (0.51%) ^a (0.75%) ^b	19228 (0.46%) ^a (0.72%) ^b	23138 (0.56%) ^a (0.86%) ^b	21746 (0.52%) ^a (0.82%) ^b
Energy fed by cattle (E2)	8507 (32.0%) ^c	5958 (35.3%) ^c	6865 (33.7%) ^c	5668 (29.5%) ^c	7901 (34.2%) ^c	7106 (32.6%) ^c
Energy of decomposed plant parts (E3)	17129 (64.4%) ^d	12281 (72.7%) ^d	14006 (68.8%) ^d	14872 (77.3%) ^d	9669 (41.8%) ^d	11521 (52.9%) ^d
Energy stored in plant (E4)	980 (3.7%) ^e	-1348	-518	-1312	5568 (24.1%) ^e	3119 (14.3%) ^e
Global solar (Yearly) radiation	(E0) : March 17, 1983-March 7, 1985; 4006500 kJ/m ² /yr : March 8, 1985-March 16, 1987; 4151260 kJ/m ² /yr (Apr. to Oct.) (E0 _a) : March 17, 1983-March 7, 1985; 2721450 kJ/m ² /7 months : March 8, 1985-March 16, 1987; 2667350 kJ/m ² /7 months					

^a: E1×100/E0, ^b: E1×100/E0_a, ^c: E2×100/E1, ^d: E3×100/E1, E4=E1-(E2+E3), ^e: E4×100/E1. For the TG area and the JL area, see Fig. 1.

けては年間 3119 kJ/m^2 増加した。しかし寒地型部分とシバ型部分に分けると、寒地型部分では1983年3月から1985年3月にかけて年間 980 kJ/m^2 増加し、逆に1985年3月から1987年3月にかけては年間 1312 kJ/m^2 減少した。シバ型部分では1983年3月から1985年3月にかけて年間 1348 kJ/m^2 減少し、1985年3月から1987年3月にかけては年間 5568 kJ/m^2 増加した。

考 察

1. 牧草地上部現存量の季節変化

寒地型牧草地からシバ型草地への植生の移行に伴って、1983年から1986年にかけて、寒地型部分とシバ型部分を合わせた草地全体の牧草地上部現存量の季節変化のパターンは大きく変化した。すなわち最大現存量に達する時期が、1983年には春季であったものが1986年には秋季へと年次を経るにつれて遅くなった。これは施肥量の減少と強放牧のために、寒地型牧草の春季における現存量が減少したのに加えて、夏季に旺盛な生育を示すシバの現存量が増加したことによるものであろう。

2. エネルギー変換効率の経年変化

1) 全短波放射熱量 (E0) から一次純生産量 (E1) へのエネルギー変換効率

シバ型部分における全短波放射熱量 (E0) から一次純生産量 (E1) へのエネルギー変換効率の経年変化をみると、1983年3月から1985年3月にかけて年間エネルギー変換効率は0.42%、また生育期間の4月から10月にかけては0.62%であった。しかし1985年3月から1987年3月にかけては年平均0.56%、生育期間で0.86%であった。シバ型草地への植生の移行期 (1983年3月から1985年3月) には施肥量が少ないために寒地型牧草の生育が低下し、エネルギー変換効率も低い。しかし、シバ型草地となる (1985年3月から1987年3月) とエネルギー変換効率が高くなった。これは、シバ型草地では寒地型牧草の地上部現存量が少なくなるに伴い、シバと寒地型牧草との競争が軽減され、シバの生育が旺盛になり夏季に高温で光合成量が多くなる特性^{15,21)} が十分に発揮できたためであろう。

シバ型部分における E0 から E1 へのエネルギー変換効率を、これまでに野草地で測定されたエネルギー変換効率と比較したい。大久保ら¹³⁾ は、シバ型草地で年間エネルギー変換効率を0.1%、生育期間で0.23%、また秋山ら¹⁾ はミヤコザサ型草地で年間エネルギー変換効率0.017%と報告している。築城ら¹⁹⁾ はアズマネザサ型草地で生育期間で0.66%と報告している。供試草地

のシバ型部分の変換効率は窒素を年間 $54\sim 108 \text{ kg/ha}$ 施肥したこともあって、大久保ら¹³⁾ が測定したシバ型草地、ミヤコザサ型草地¹⁾ 及びアズマネザサ型草地¹⁹⁾ より高かった。

次に寒地型部分における E0 から E1 へのエネルギー変換効率の経年変化をみたい。E0 から E1 へのエネルギー変換効率は年間平均で1983年3月から1985年3月においては0.66%、生育期間の4月から10月では0.98%であった。しかし、1985年3月から1987年3月においては年間平均で0.46%、生育期間では0.72%と減少した。このエネルギー変換効率の低下は、1983年3月から1985年3月にかけては施肥量を前年までの約半量に減少させたこと、1985年3月から1987年3月にかけては合計牛体重を増加させて放牧強度を高めたことによるのであろう。

寒地型部分の E0 から E1 へのエネルギー変換効率を、これまでに報告されている寒地型牧草地と暖地型牧草地における E0 から E1 へのエネルギー変換効率と比較する。寒地型部分では E0 から E1 へのエネルギー変換効率は、年間0.66~0.46%、生育期間 (4~10月) で0.98~0.72%であった。福山ら⁴⁾ は、オーチャードグラスの放牧草地において生育期間のエネルギー変換効率を0.71%と報告している。大久保ら¹¹⁾ は、春播した造成1年目のベレニアルライグラスの4月下旬から7月におけるエネルギー変換効率を1.23%、同じくオーチャードグラスで1.17%、アルファルファで1.01%と報告している。また、大久保¹²⁾ はアルファルファで年間変換効率を0.78%と報告した。秋山ら³⁾ は、オーチャードグラスの刈取り草地で年間変換効率0.56~0.50%、同じく AKIYAMA *et al.*²⁾ は、寒地型牧草地の強放牧で0.5%と報告している。HIRATA *et al.*⁵⁾ は、暖地型牧草のパビアグラスの採草・放牧兼用草地で年間変換効率0.57%、放牧期間で0.74%と報告している。供試草地の寒地型部分における E0 から E1 へのエネルギー変換効率は、大久保ら¹¹⁾ が報告した播種当年の草地の値を除けば、草種や放牧方法が異なる他の草地とほぼ同程度の値であった。

表2に示したように、草地全体の E0 から E1 へのエネルギー変換効率は4か年間でほぼ同じであった。しかし寒地型部分とシバ型部分に分けると、寒地型部分のエネルギー変換効率は低下し、逆にシバ型部分では増加がみられた。寒地型牧草地からシバ型草地への植生の移行に伴って、太陽から牧草へのエネルギーの流れにおいて、その流れを担う主体が寒地型牧草からシバへと移行すると考えられた。

2) 一次純生産量 (E 1) から採食量 (E 2) へのエネルギー変換効率

本試験での一次純生産量 (E 1) から採食量 (E 2) へのエネルギー変換効率は 29.5~35.3% で寒地型部分、シバ型部分ともに年次間変化は極めて小さかった。これは一次純生産量 (E 1) が増減するとそれに伴って地上部現存量も増減する。さらに小山ら⁸⁾が報告したように地上部現存量が増減すると採食量もそれに伴って増減するため E 1 から E 2 へのエネルギー変換効率は年次間の変化が小さかったと考えられた。またシバ型部分において、採食性の劣るシバ⁹⁾が優占草種となった 1985 年 3 月から 1987 年 3 月にかけて E 1 から E 2 へのエネルギー変換効率が寒地型部分に近い値を示した。これは、寒地型部分の牧草地上部現存量が減少したのに伴い、牧草現存量が多いシバ型部分の採食量が増加したためであろう。

一次純生産量 (E 1) から採食量 (E 2) へのエネルギー変換効率は放牧方法、放牧強度等で変わるが、これまでに測定されている値と比較したい。寒地型牧草地についてみると、福山ら⁴⁾はオーチャードグラスの放牧草地においてエネルギー変換効率 63%、PARSON *et al.*¹⁴⁾はペレニアルライグラスの放牧草地において強放牧でエネルギー変換効率 49%、弱放牧で 24%、また AKIYAMA *et al.*²⁾は寒地型放牧草地において強放牧でエネルギー変換効率 74%、弱放牧で 56% と報告している。暖地型牧草では、HIRATA *et al.*⁵⁾はバヒアグラスの採草・放牧兼用草地でエネルギー変換効率 41% と報告している。本試験での E 1 から E 2 へのエネルギー変換効率は、PARSONS *et al.*¹⁴⁾の弱放牧より高いエネルギー変換効率であったが、他の寒地型牧草地とバヒアグラス草地に比べると低い値であった。

3) 一次純生産量 (E 1) から牧草消失量 (E 3) へのエネルギー変換率

シバ型部分では一次純生産量 (E 1) から牧草消失量 (E 3) へのエネルギー変換率は 72.7% から 41.8% へと年次を経るにつれて低下し、シバ型草地化に伴って牧草消失量が減少した。シバ型草地化が進むに従って、一次純生産量はシバのほふく茎や地下部に蓄積される結果、リターとなって分解消失していくエネルギーの割合は少なくなったためと考えられた。

寒地型部分では、E 1 から E 3 へのエネルギー変換率は年次を経るにつれて増加した。これは一次純生産量の経年減少量に比べて、牧草消失量の経年減少量が小さいためであった。このように一次純生産量に対する牧草消失量、すなわち枯死し、リターとなって分解消失する

エネルギーの割合が年次を経るにしたがって高まると考えられた。

E 1 から E 3 への本試験のエネルギー変換率 41.8% ~77.3% は、AKIYAMA *et al.*²⁾の寒地型放牧草地で 22~31%、HIRATA *et al.*⁵⁾のバヒアグラスの採草・放牧兼用草地の 31% と比較して高い。近年山本ら²⁰⁾の実験により牧草の根の回転率が求められ、この回転率を用いて推定した供試草地の牧草地下部の消失量が従来の牧草地下部の消失量の推定値より多かったためと考えられる。

4) 牧草中に蓄積されたエネルギー量

シバ型部分では、シバ型草地へ移行する過程にあった 1983 年 3 月から 1985 年 3 月にかけて、一次純生産量より採食量と牧草消失量の合計量が多くなり、前年度までに牧草中に蓄積されていたエネルギーが減少した。しかしシバ型草地になった 1985 年 3 月から 1987 年 3 月には一次純生産量が採食量と牧草消失量の合計量より多くエネルギーの蓄積量は増加した。この時期寒地型牧草の現存量は減少し、逆にシバの現存量が増加しているところから、エネルギーはシバの中に蓄積されたと考えられた。シバはこの蓄積されたエネルギーを用いてほふく茎を伸張させ、被覆する面積を増加したのであろう。

寒地型部分では、1983 年 3 月から 1985 年 3 月にかけて、一次純生産量が採食量と牧草消失量の合計量より多く、寒地型牧草中にエネルギーが蓄積された。しかし、1985 年 3 月から 1987 年 3 月にかけて、一次純生産量が採食量と牧草消失量の合計量より少ないため、前年までに牧草中に蓄積されたエネルギーが減少した。寒地型牧草中に蓄積されたエネルギー量の減少は、寒地型牧草が衰退していく傾向にあることを示唆している。

5) 北関東に位置し、南斜面に造成された寒地型牧草地では、シバ型草地への移行期には寒地型牧草の衰退もあって、全短波放射熱量から一次純生産量へのエネルギー変換効率が低くなり、牧草中に蓄積されているエネルギー量も減少する。しかしシバ型草地になると再び全短波放射熱量から一次純生産量へのエネルギー変換効率が高くなり、主にシバにエネルギーが蓄積されたと考えられた。

引用文献

- 1) 秋山 侃・大久保忠旦・高橋繁男 (1977) 日草誌 23, 52-59.
- 2) AKIYAMA, T., S. TAKAHASHI, M. SHIYOMI and T. OKUBO (1984) *Oikos* 42, 129-137.
- 3) 秋山 侃・塩見正衛・高橋繁男・萬田富治・村井 勝・畠中哲哉 (1984) 日草誌 30, 49-58.
- 4) 福山正隆・嶋村匠俊・牛山正昭・及川棟雄・富井光一

- (1983) 日草誌 28, 383-394.
- 5) HIRATA, M., Y. SUGIMOTO and M. UENO (1986) *J. Japan. Grassl. Sci.* 31, 387-396.
- 6) KIRITA, H. and K. HOZUMI (1969) *Japan. J. Ecology* 19, 243-246.
- 7) 桐田博充 (1979) 第26回日本生態学会講演要旨集 306
- 8) 小山信明・塩見正衛・築城幹典・高橋繁男・秋山 侃・大久保忠旦 (1986) 草地試研報 35, 24-34.
- 9) 小山信明・塩見正衛・築城幹典 (1988) 日草誌 35, 24-29.
- 10) 三田村強・懸 和一・鎌田悦男 (1984) 草地試研報 29, 104-116.
- 11) 大久保忠旦・大泉久一・星野正生・松本フミエ (1969) 日草誌 15, 138-149.
- 12) 大久保忠旦 (1970) 化学と生物 8, 764-766.
- 13) 大久保忠旦・高橋繁男・秋山 侃・井上楊一朗・岩元守男 (1977) 日草誌 23, 30-42.
- 14) PARSONS, A.J., E.L. LEAFE, B. COLLETT, P.D. PENNING and J. LEWIS (1983) *J. Applied Ecology* 20, 127-139.
- 15) ROGES, R.A., J.H. DUNN and C.J. NELSON (1977) *Crop Sci.* 17, 727-732.
- 16) 庄司舜一 (1972) 東北大農研報告 24, 149-176.
- 17) SHOJI, S. (1974) *Rep. Inst. Agric. Res. Tohoku Univ.* 25, 53-64.
- 18) 館野宏司・飯田克実 (1982) 日草誌 27, 357-363.
- 19) 築城幹典・塩見正衛・小山信明・秋山 侃・高橋繁男 (1988) 草地試資料 62-13, 118-125.
- 20) 山本嘉人・斎藤吉満・桐田博充 (1985) 日草誌 32 (別), 60-61.
- 21) YOUNGNER, V.B. (1961) *Crop Sci.* 1, 91-93.

(昭和63年11月11日受理)

Effects of Changes in Vegetation Composition from Temperate
Grasses-dominant to Japanese Lawngrass (*Zoysia japonica*)-
dominant on the Energy Flow in Grazing Pasture

II. Energy conversion efficiency

Nobuaki KOYAMA, Masae SHIYOMI¹⁾, and Mikinori TSUKI

Department of Ecology, National Grassland Research Institute
Nishinasuno, Tochigi 329-27, Japan

Present address : ¹⁾National Institute of Agro-Environmental
Sciences, Kannondai, Tsukuba 305, Japan

Summary

The yearly changes in energy conversion efficiency of solar radiation in the period of transition from a vegetation dominated by temperate grasses to a vegetation dominated by Japanese lawngrass were investigated in a pasture. The pasture was divided into two areas with different vegetation types : an area dominated by temperate grasses (TG area) and an area dominated by Japanese lawngrass (JL area).

1) The amount of standing crop in the pasture which was largest in May and/or June in 1983 and 1984, became largest in September in 1986.

2) Yearly energy conversion efficiency from solar radiation (E0) to net primary production (E1) in the TG area decreased from 0.66% to 0.46% over a period of four years, while in the JL area it increased from 0.42% to 0.56% over the four year period.

3) Yearly energy conversion efficiency from E1 to the grazed amount (E2) ranged from 29.5% to 32.0% in the TG area, and from 34.2% to 35.3% in the JL area over the four year period.

4) Yearly energy conversion efficiency from E1 to the amount of energy of decomposed dead plant parts in the above- and underground plant parts (E3) in the TG area increased from 64.4% to 77.3% over the four year period whereas in the JL area it decreased from 72.7% to 41.8% over the four year period.

5) The amount of energy accumulated in temperate grasses decreased in the TG area year by year over the four year period. In contrast the amount of energy accumulated in Japanese lawngrass increased in the JL area over the four year period.

Key words : Energy flow, Japanese lawngrass, Temperate grasses, Vegetation change.

(J. Japan. Grassl. Sci., 35, 30-39, 1989)