

# 放牧反芻家畜における餌選択 - 摂取 - 利用過程の実態解明

小倉振一郎（東北大学大学院農学研究科）

s-ogura@bios.tohoku.ac.jp

放牧反芻家畜の餌選択 - 摂取 - 利用過程における植物 - 家畜間相互作用を生態学的・ルミノロジー的手法により解析した。空間的に不均一な植生下における家畜の選択採食のメカニズム，反芻胃内消化からみた生草の消化特性とそれに及ぼす家畜の咀嚼の効果，ならびに草中二次代謝物質が反芻家畜の草中養分利用率に及ぼす影響について，特に草中サポニンを介した反芻胃内泡沫化の栄養学的機能を明らかにした。

## はじめに

放牧地において，牛や綿羊などの反芻家畜は，空間的に不均一な植生下で餌を選択し，植物の大部分を生草として摂取し，草中成分を消化・利用する。これら一連の過程における植物 - 家畜相互作用の解明は，放牧家畜の養分摂取を理解する上できわめて重要である。しかし，我が国の放牧研究の多くは，植生や家畜による利用を草地全体の平均値として扱い，また飼料の消化性を乾燥粉碎試料の一般成分分析により評価するなど，放牧地の実情に即した解析を行なってこなかった。本研究は，こうした観点から，放牧地における反芻家畜の養分摂取過程の解析を生態学的・ルミノロジー的手法により実施したものである。

## 1. 空間的に不均一な草地植生における放牧家畜の採食行動と草利用率

### 1) パヒアグラス草地における植生の空間的不均一性と放牧牛の反応

空間的に不均一な植生下で植物 - 反芻家畜間相互作用を解明するには，植生および家畜による草利用の空間分布を大規模かつ高精度に把握する必要がある。そこで，パスチャープローブを用いた草量の非破壊的測定により，放牧地における草量および家畜の草消費を二次元的かつ高精度でモニタリングする手法を確立した<sup>9,11)</sup>（図1）。これにより得られた各地点の放牧前草量 - 草消費間関係，草量 - 草質間関係および放牧期間中の牛群の採食行動調査から，同草地では春には草量の多い地点は質も高く，牛は高草量地点から多く採食

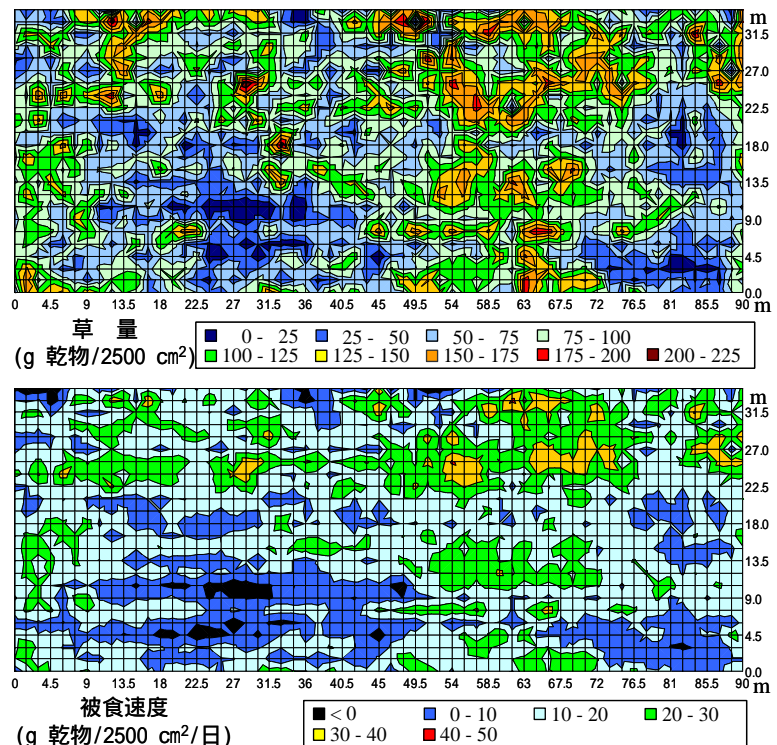


図1. パヒアグラス放牧草地（0.3 ha）における放牧前草量（上）と放牧期間中の牛による被食速度（下）の空間分布（2000年10月）。

すること、夏 - 秋には草量 - 草質間にトレードオフが生じ、牛の餌選択は各地点の草量および草地の平均草量の両者によって決定されることが明らかとなった<sup>10-12)</sup>。

## 2) シロクローバ/イネ科草共存下における緬羊の選択採食

不均一な植生下での家畜の餌摂取に関するもう一つの問題として、家畜による草種選択が挙げられる。特にシロクローバ/イネ科草混生草地では、シロクローバの高嗜好性が家畜による多量採食を招き、それによる鼓張症発生が危惧され、採食性の実態と要因の解明が望まれている。そこで、シロクローバ/オーチャードグラス同時給与と下で、緬羊による各草の選択性を経時的に調べた。定時給餌により緬羊の食欲を高めた場合、シロクローバ採食割合は73.2%に達したが、不断給餌下では両草種を交互採食しシロクローバ採食割合は43.3%に減少した<sup>1)</sup>(表1)。この交互採食に対するシロクローバ含有成分の関与が示唆された。

表1. シロクローバ/オーチャードグラス共存下における緬羊の採食量。

	採食量		シロクローバ 採食割合(%)
	上段:(kg 現物/日/頭), 下段:(g 乾物/日/頭)		
	シロクローバ	オーチャードグラス	
不断給餌	4.99 ± 0.38	4.93 ± 0.51	50.3
	658.7 ± 50.2	862.8 ± 89.3	43.3
定時給餌 (1日2回)	6.44 ± 0.87	1.28 ± 0.20	83.4
	946.7 ± 127.9	263.7 ± 41.2	73.2

## 2. 放牧家畜による摂取生草の養分利用性

### 1) イネ科生草の牛反芻胃内消化性に及ぼす咀嚼の効果

放牧下の反芻家畜は植物を生草の状態ですべて摂取することから、反芻家畜における生草の消化特性の把握は不可欠であるが、これまでほとんど着目されてこなかった。そこで、イネ科牧草および野草生草の反芻胃内消化性およびそれに対する咀嚼の効果を *in vitro* 法で調べた<sup>7)</sup>。野草では、食道フィステル装着牛より採取した食塊の乾物消失率が生草切断および乾燥粉碎処理にくらべ高かった(図2)。これより、咀嚼による植物組織の損傷が反芻胃内での可溶性画分の溶出および微生物消化を促進し、草中養分の利用性を高めることが示された。

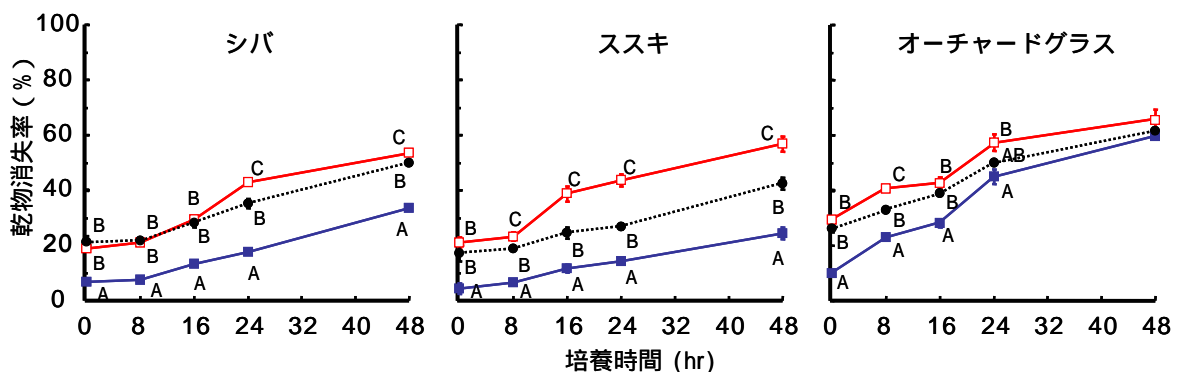


図2. シバ, ススキおよびオーチャードグラスにおける *in vitro* ルーメン消化性。

—■—; 生草切断, .....●.....; 乾草粉碎, —□—; 生草食塊。

平均値 ± 標準誤差 (n=4)。各培養時間において異文字間に有意差あり (P<0.05)。

### 2) シロクローバ採食下の緬羊反芻胃内性状および含有二次代謝物質の影響

シロクローバは高栄養の飼料草であるが、反面その多量採食による反芻家畜の鼓張症が危惧される。その誘因物質として、草中二次代謝物質の一種で泡沫化物質であるサポニンが知られている。しかし、サポ

ニンの草中から反芻胃内への溶出過程および反芻胃内発酵様相とサポニン濃度との関連に関する知見は乏しい。そこで、緬羊のシロクローバ採食にともなう反芻胃内性状および胃内容物中サポニン濃度の変化を調べた。シロクローバのみの制限給餌下では、緬羊への給餌後短時間で反芻胃内発酵産物濃度および泡沫安定性が大きく上昇した<sup>3)</sup>。また、イネ科草の単一給与からシロクローバの単一給与へ移行させた場合、36-48 時間以降で反芻胃液泡沫安定性 (図3) およびサポニン濃度 (図4) が大きく上昇した<sup>2, 4)</sup>。さらに *in sacco* 試験の結果、シロクローバ葉組織からのサポニンの葉の反芻胃内消化にともない採食後速やかに生じることが示された<sup>5)</sup>。

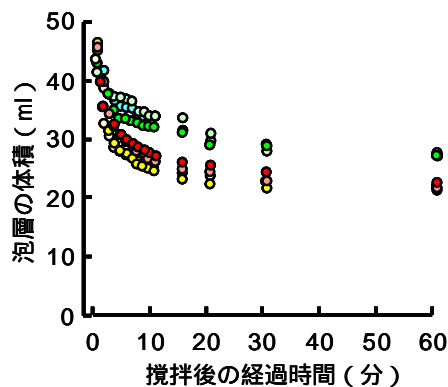


図3．オーチャードグラスからシロクローバ給与への移行にともなう緬羊ルーメン液泡沫安定性の変化。○：移行前，●：移行後12時間，▲：24時間，◇：36時間，□：48時間，△：60時間，○：72時間。

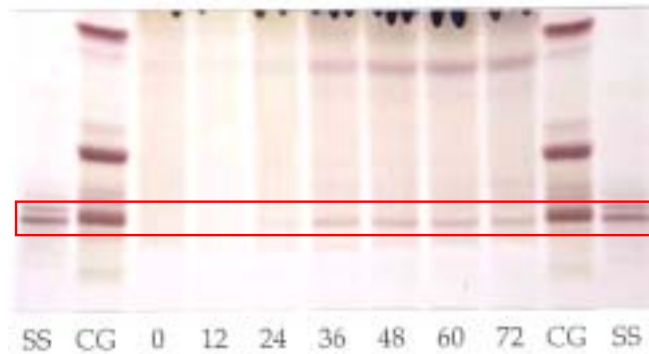


図4．シロクローバ採食緬羊のルーメン液から抽出した粗配糖体画分のTLCクロマトグラム．SS：ダイズサポニン，CG：シロクローバ生草の粗配糖体画分，0-72：ルーメン液の粗配糖体画分（数字は図3の時間に対応）．赤枠はサポニンのバンド位置を示す。

### 3) 草中二次代謝物質による反芻胃内性状の変化と家畜の養分利用性

反芻胃内泡沫化は、これまで鼓張症発生要因としてのみとらえられ、摂取草の養分利用性に及ぼす影響については解明されていない。そこで、反芻胃および十二指腸カニューレ装着緬羊にシロクローバを給与し、消泡剤投与による反芻胃内泡沫化の人為制御下で、家畜の養分利用性の違いを調べた<sup>6, 8)</sup>。その結果、サポニンによる反芻胃内泡沫化は草中蛋白質のアンモニアへの分解を抑制し、非アンモニア態窒素の下部消化管への移行率を増加させる機能を有することが明らかとなった (表2)。

表2．シロクローバ自由採食緬羊ルーメン内泡沫化が窒素摂取量および十二指腸流入成分量に及ぼす影響。

	消泡剤なし (泡沫化)			消泡剤投与		
	個体A	個体B	平均	個体A	個体B	平均
N 摂取量 (g/kg LW/日)	1.57	2.25	1.91	1.95	1.76	1.86
十二指腸流入量 (g/kg LW/日)						
NAN	0.68	1.00	0.84	0.69	0.62	0.65
RNA	0.49	0.73	0.61	0.55	0.45	0.50
十二指腸 NAN/N 摂取量	0.43	0.44	0.44	0.35	0.35	0.35
十二指腸 RNA/N 摂取量	0.31	0.32	0.32	0.28	0.26	0.27

### おわりに

本研究により、放牧地における反芻家畜の餌選択 - 摂取 - 利用過程で生じている植物 - 家畜間相互作用の一端を解明することができた。しかし、放牧草地における植物 - 家畜系には、ここで挙げた要因以外に

もきわめて多くの要因が複雑に関与しており，その包括的な理解に向けて更なる研究が必要である。今後は，1) 多様な植生下における放牧家畜の餌認知，採食行動および養分摂取のメカニズムの解明，ならびに 2) 放牧家畜による生草含有成分が家畜に及ぼす影響として 摂取生草の消化管内動態および 草中生理活性成分の消長と活性の変化ならびに家畜への影響の解明，に関する研究を展開していきたい。

## 謝辞

本研究は，東北大学大学院農学研究科，近畿中国四国農業研究センターおよび宮崎大学農学部において実施されました。本研究の遂行にあたり，東北大学・菅原和夫名誉教授，近畿中国四国農業研究センター畜産部長・土肥宏志氏ならびに宮崎大学農学部・平田昌彦教授には多大なご指導ご高配を賜り深謝致します。また本研究の進展にあたり，終始様々なご指導ご配慮を賜りました東北大学大学院農学研究科・佐藤衆介教授，畜産草地研究所・小迫孝実氏，林義朗氏，宮崎大学農学部・福山喜一教授，西脇亜也教授，長谷川信美助教授をはじめとする関係機関の皆様には深謝致します。最後に，本研究の遂行にあたり終始多大なご指導を賜り，かつ本賞の応募に際してご推薦を賜りました東北大学大学院農学研究科長・秋葉征夫教授に深謝致します。

## 引用文献

- 1) 小倉振一郎・菅原和夫 (1996) 反芻家畜によるシロクローバ (*Trifolium repens* L.) の利用性 - 定時給餌および不断給餌下における綿羊のシロクローバ採食性 - . 日本草地学会誌 42: 134-140.
- 2) Ogura S. and Sugawara K. (1996) Foam stability of rumen fluid and saponins under feeding white clover to sheep. Proceedings of the 8<sup>th</sup> AAAP Animal Science Congress, Chiba, Japan, 2: 710-711.
- 3) Ogura S., Ohta M. and Sugawara K. (1998) Intra-ruminal property of sheep under white clover ingestion. 1. Foam stability of ruminal fluid, ruminal fermentation and ruminal motility under restricted feeding of white clover and orchardgrass. Grassland Science 43: 368-373.
- 4) Ogura S. and Sugawara K. (1998) The change of feeding behavior and intra-ruminal property with intake of white clover on sheep. Tohoku Journal of Agricultural Research 48: 63-73.
- 5) Ogura S. and Sugawara K. (1998) The disappearance of white clover saponins with ruminal degradation of white clover leaves. Grassland Science 44: 232-293.
- 6) Ogura S., Abe K. and Sugawara K. (1999) The effect of foaming in the rumen with white clover ingestion on the microbial fermentation of sheep. Grassland Science 44: 310-314.
- 7) Ogura S., Kosako T., Hayashi Y. and Dohi H. (1999) Effect of eating mastication on *in vitro* ruminal degradability of *Zoysia japonica*, *Miscanthus sinensis* and *Dactylis glomerata*. Grassland Science 45: 92-94.
- 8) Ogura S. and Sugawara K. (2000) Effects of foaming in the rumen with white clover ingestion on ruminal digestion and duodenal nutrient flow in sheep. Grassland Science 46: 15-21.
- 9) Ogura S. and Hirata M. (2001) Two-dimensional monitoring of spatial distribution of herbage mass in a bahiagrass (*Paspalum notatum* Flüggé) pasture grazed with cattle. Grassland Science 47: 453-459.
- 10) Ogura S., Hasegawa H. and Hirata M. (2002) Effects of herbage mass and herbage quality on spatially heterogeneous grazing by cattle in a bahia grass (*Paspalum notatum*) pasture. Tropical Grasslands 36: 172-179.
- 11) Ogura S., Nakahara T. and Hirata M. (2002) Spatial distribution of herbage consumption by cattle in a bahiagrass (*Paspalum notatum* Flüggé) pasture monitored two-dimensionally. Grassland Science 48: 317-325.
- 12) Ogura S., Sekino R. and Hirata M. (2004) Foraging behavior of cattle in a bahiagrass (*Paspalum notatum* Flüggé) pasture: investigation at a feeding station scale. Grassland Science 50: 147-153.

Clarification of the Process of Diet Selection – Ingestion – Utilization in Grazing Ruminants

Shin-ichiro Ogura (Tohoku University, Graduate School of Agricultural Science)

s-ogura@bios.tohoku.ac.jp