

飼料学(42)

誌名	畜産の研究 = Animal-husbandry
ISSN	00093874
著者名	川島,知之 石橋,晃
発行元	養賢堂
巻/号	61巻10号
掲載ページ	p. 1133-1138
発行年月	2007年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



飼料学 (42)

V 産業動物—IV反芻動物 (12)

川島知之*・石橋 晃**

F スイギュウ 水牛 (water buffalo) *Bubalus bubalis*

FAO の統計によると世界で飼育されているスイギュウは1億7,400万頭で、そのうち97%近くの1億6,900万頭がアジアで飼育されており、アジアの家畜とも呼ばれている。その多くが開発途上国の小農に所有されているため、近代的な畜産技術がその生産手法に採用され難く、スイギュウに関する科学的な特性評価が他の家畜に比べ大幅に遅れをとってきた。

スイギュウは分類学上牛属に含まれるものであり、反芻胃をもつ。そのため、栄養素の消化機構は基本的にはウシと同様であるが、低質な飼料の利用に優れているとの報告も多い。栄養素の消化、吸収、代謝に関して幾つかの違いが報告されており、結果として栄養素の利用に違いがあるのである。

様々な観点からスイギュウとウシの間の比較試験が実施され、スイギュウの長所や短所が分かりつつある。本稿では、スイギュウの栄養や消化生理についてその特徴を明らかにするため、ウシと比較しながら整理する。スイギュウは沼沢型と河川型に大別される。沼沢型は主に東南アジアで飼育されており、インドシナ半島原産とされ、肢が長く湿田での耕作用役畜に適している。一方、河川型はインド亜大陸を中心に飼育され、乳、肉、役の兼用として改良され、様々な品種が存在する。一方、ウシもヨーロッパ牛とインド牛に大きく分けられ、それぞれに多くの品種が存在する。品種によりその能力が大きく異なるため栄養生理学的特性も当然のことながら異なると考えられる。そのためどのような組み合わせで比較しているかという観点も重要なポイントとなることも留意する必要がある。

1 飼料の摂取

スイギュウはウシに比べて雑草や水草などの様々な粗飼料を選択せずに食べ、また低質な粗飼料をゆっくり食べるとされている。飼料の摂取量は動物の年齢や生産性、飼養環境、飼料中の養分含量や物理性などにより影響を受ける。飼料摂取量に関するスイギュウとウシとの比較では、その結果は報告により異なり結論を導くには至っていないが、全体的に見るとスイギュウの代謝体重当りの最大可食量はウシのものより小さいという報告がやや多数を占めるようである。

飼料の消化管内通過速度は飼料の摂取量や消化率などに影響を及ぼす。スイギュウにおける消化管内通過速度のウシとの比較結果は報告により大きく異なる。スイギュウの反芻胃からの飼料の流出率はウシのそれより遅いという報告もあれば、スイギュウにおいて反芻胃内の滞留時間はオンゴル種牛のものより短く、スイギュウは粗飼料を細かくする物理的な能力においてウシより勝っているとの考察もある。また、沼沢スイギュウの反芻胃からの液相の通過速度はウシより早く、これは唾液の分泌がより多いことと関連しているという報告がある一方、稲わらだけを給与した沼沢スイギュウとホルスタイン種牛の比較において、固相の反芻胃内通過速度は両者間に差が認められないものの、液相の流出率はスイギュウにおいて遅い。これは反芻胃壁からの水分の吸収がウシのものより多いことに起因するとの報告もある。

2 栄養素の利用

1) 水分

水分の摂取量は飼料や環境、それに加えて生産性など動物側の生理に影響を受けるが、スイギュウは一般に水の摂取量が多い。また、飲水に限らず、暑熱環境下では水浴のための水も必要になる。スイ

* (独) 畜産草地研究所 (Tomoyuki Kawasima)

** (社) 日本科学飼料協会 (Teru Ishibashi)

ギユウは被毛が粗で汗腺が少なく、暑熱環境に対する適応性はウシよりも低い。ウシは暑熱環境下で発汗やパンテングにより熱を放散しようとするが、スイギユウにおいては呼吸、体表面からの水分蒸散はウシより少なく、水浴により熱を放散して体温を一定に保つようにしている。このことにより暑熱環境下でエネルギーの消費を節減できる。

2) 粗蛋白質 (CP)

スイギユウにおけるCPの見かけの消化率についても必ずしも一致した結果が得られていない。スイギユウにおいてCPの見かけの消化率が高いという報告もあるが、差はないとする報告もある。

窒素出納に関する試験結果から飼料中のCPの消化についてスイギユウとゼブー牛の間に差はないが、尿中への窒素の排泄がスイギユウでは少ないことから、スイギユウは消化した蛋白質をより有効に利用できるようである。同じ飼料を給与したスイギユウとウシにおいて、血漿中の尿素濃度がスイギユウでは高いことから、腎臓における尿素の再吸収が多い可能性もある。また、絶食時にブラーマン種牛では血漿中の遊離脂肪酸濃度が高くなるのに対し、スイギユウでは尿素濃度が高くなる(表1)。絶食時の生理的な対応の仕方に両者間に差があり、スイギユウにおいては蛋白質をより多く分解してエネルギーを動員する機構があるのかも知れない。スイギユウにおいてプリンの代謝産物であるアラントインの尿への排泄が同じ飼料を給与されたウシより低いことから、内因性的アラントインがスイギユウにおいて低いとの報告もあり、表2においても同様の傾向が認められる。窒素の代謝に関し両種間にいくつかの生理的な違いがあるようである。

同様の飼料をスイギユウとゼブー牛に給与した場合、反芻胃内の総窒素がスイギユウにおいて高い

ことが認められている。チモシー乾草を自由摂取させたスイギユウとホルスタイン種牛において、反芻胃液中の尿素態窒素とアンモニア態窒素濃度はいずれもスイギユウで高い値を示す報告がある。これは唾液中のこれらの濃度がスイギユウにおいて高い傾向を示していることにも関連しているが、スイギユウにおいては反芻胃壁からの水分吸収がウシより多く、そのため反芻胃液が濃縮されることにも大きく依存していると考えられる。この機能によりCP含量の低い飼料を摂取しても反芻胃液中のアンモニア濃度を比較的高く維持でき、反芻胃微生物の増殖を維持することができ、これがスイギユウにおいて低品質飼料利用性を高めている一因と考察される。

3) 繊維

繊維の消化率がスイギユウとウシの間でどれほど違うのか、これが両者間の比較研究で一番注目される課題である。いくつかの総説の中でも本課題がとりあげられ、検討がなされているが、粗繊維の見かけの消化率が多少高い傾向もあるが、それらの消化性においてスイギユウが必ずしも優れていると一概には言い切れない。一方、インドで実施された両者間の飼料の消化性を比較した数多くの試験を総括して、スイギユウは繊維の消化率が牛より5~8%高いと結論づけているものもある。また、沼沢スイギユウとウシにおける8つの消化試験のうち3つは両者の間に繊維の消化率に有意な差は認められなかったが、残る5つの消化試験ではスイギユウが繊維の消化率が優れていた。スイギユウの繊維の消化性がウシより優れている傾向はあるが、結論づけるには尚早としているものもある。繊維の消化率は摂食量や消化管内の通過速度と大きな関連を持つことが知られているが、前述のとおり、スイギユウ

表1 飼料給与時と絶食時のブラーマン種牛ならびに沼沢スイギユウの血液成分

	ブラーマン種牛			沼沢スイギユウ			効果 ^{a)}		
	給餌	絶食	SE	給餌	絶食	SE	A	F	A*F
NEFA mEq/L	0.45	2.14	0.15	0.23	0.71	0.08	**	**	**
血糖 mg/dL	91.8	82.1	3.9	63.3	72.7	7.5	*	-	-
TP G/dL	7.65	7.82	0.07	8.14	8.25	0.13	**	-	-
BUN mg/dL	4.4	13.48	0.52	9.29	33.89	2.57	**	**	**

NEFA: 遊離脂肪酸, TP: 総蛋白質, BUN: 血中尿素態窒素 A 畜種の効果; F 給餌の効果; A*F 畜種と給餌の交互作用. ** P<0.01; * P<0.05. Kawashima *et al.* 2006.

とウシにおける最大可食量や消化管内通過速度についてはまだまだ研究の余地があり、このことに関連した考察は現時点では困難である。

4) ミネラル

スイギュウにおけるミネラルの利用性については研究が大幅に遅れており、その全体像を網羅的に考察することはできない。しかし、若干ながらその利用性についての特徴が捉えられつつある。

スイギュウが飼養されている熱帯、亜熱帯地域の土壌にはリンや銅などのミネラルが欠乏していることが多い。また、東南アジア帯では稲作と強く結びついた飼養管理がなされるため、乾期にスイギュウの主要な飼料が稲わらになることが多い。稲わらはケイ酸を多量に含む一方で多くのミネラルが欠乏しており、このような飼養体系ではほとんどのミネラルの要求量を満たすことはできない。それにもかかわらず、重度の欠乏症状を示すスイギュウはあまり見かけない。その1つの理由として、特に稲わらが給与される乾期においては、エネルギーや

蛋白質が著しく低下しているため、ミネラルに対する要求量が極めて減少していることが考えられる。一方でスイギュウにおいてはいくつかのミネラルに対する要求量がウシのものより低いという可能性も否定できない。スイギュウの血清中の銅の濃度がウシのものより低く、マグネシウム濃度がウシより高いとの報告があり、銅、マグネシウムの代謝において両種間に何らかの違いがあるかもしれない。タイ国の東北部ではセレンの欠乏に起因すると考えられる *tetanoid syndrome* がスイギュウで発症している。これは白筋症に見られるのと同様な筋肉の変質が認められ、セレンとビタミンEの投与により効果的な治療が行われる。同様の飼養環境にあるウシにおいてはこの症状が見られないことから、スイギュウにおいてはセレンの要求量が高い可能性がある。

3 養分要求量

スイギュウにおける様々な栄養生理学的特性の

表2 低質粗飼料を給与したブラーマン種牛と沼沢スイギュウの体重、飼料摂取量、エネルギーと窒素出納、尿中アラントイン排泄

		ブラーマン種牛		沼沢スイギュウ	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差
飼料給与時					
体重	Kg	336	13	255	7
飼料摂取量	g/日	4206	374	3380	164
総エネルギー摂取量	kJ/BW ^{0.75} kg/日	974	65	963	30
可消化エネルギー摂取量		466	31	479	5
代謝エネルギー摂取量		398	29	412	6
エネルギー消失量 糞		508	65	484	26
尿		25.3	3.7	31.7	6.3
メタン		42.8	9.4	35.3	4.2
熱産生量		353	11	349	18
エネルギー蓄積量		45.1	28.3	63.1	13.1
窒素摂取量	g/BW ^{0.75} kg/日	0.435	0.029	0.43	0.013
糞中窒素排泄量		0.273	0.048	0.284	0.014
尿中窒素排泄量		0.116	0.037	0.102	0.052
窒素蓄積量		0.045	0.049	0.044	0.061
メタン/乾物摂取量	L/kgDM	20.4	5.3	16.9	1.8
尿中アラントイン排泄	mmol/日	28.6	16.1	13.1	6.2
絶食時 熱産生量	kJ/BW ^{0.75} kg/日	337	15	287**	12
尿中窒素排泄量	g/BW ^{0.75} kg/日	0.276	0.089	0.368	0.189

それぞれ4頭の平均と標準偏差 **: $p < 0.01$, Kawashima *et al.* 2006

評価の中で、最も遅れているものの一つが養分要求量に関する研究である。たとえスイギュウの養分要求量が正確に求められたとしても、それに見合う養分を十分に与えられるような飼養管理下にあるスイギュウは極めて限られており、このことがスイギュウにおける養分要求量に関する研究の困難さを示している。河川スイギュウについては酪農に利用されていることもあり、インドでは飼養標準が作成されているが、沼沢スイギュウについてはその研究は極めて欠如している。スイギュウの養分要求量に関する研究のほとんどのものは河川スイギュウを用いたものである。

ムラー種スイギュウの基礎代謝量はウシのものより低いとされており、沼沢スイギュウについてもブラーマン種牛との比較から維持量の飼料給与時には酸素消費量に両者間に差はないものの、絶食時にはスイギュウにおいて酸素消費量が低いことから沼沢スイギュウの基礎代謝量はブラーマン種牛より低い(表2)。スイギュウは低質な飼料を有効に利用できるのではないかということに関連して、前述のCPや繊維の利用性が高い傾向にあるということ以外に基礎代謝量が低いということもその大きな理由の一つであろう。

スイギュウの養分要求量について主にインドで実施された試験をもとにまとめた結果では維持に必要な代謝エネルギー要求量については通常のスイギュウと泌乳中のスイギュウにおいてそれぞれ代謝体重当り 118~125kcal と 128~137kcal とされている。日本飼養標準では肉用種において雌牛の維持の代謝エネルギー要求量は代謝体重当り 111.9kcal、去勢牛では 112.4kcal、雄牛では 117.5kcal、また乳用種の去勢牛では 129.1kcal とされていることから、全体的に日本の肉用種における要求量よりいくらか高い。基礎代謝量は低いとされていることとの矛盾もあり、データの蓄積が必要であろう。

4 スイギュウの飼養管理

沼沢スイギュウの飼養管理は作物の生産体系と密接な関係を持ち、貴重な飼料資源を合理的に利用しながら、飼養管理のための費用はできる限り抑えて貨幣経済から隔絶された環境下でなされてきた。一方、河川スイギュウについては、特に乳生産を目的に飼養されているものについては、乳牛同様、近

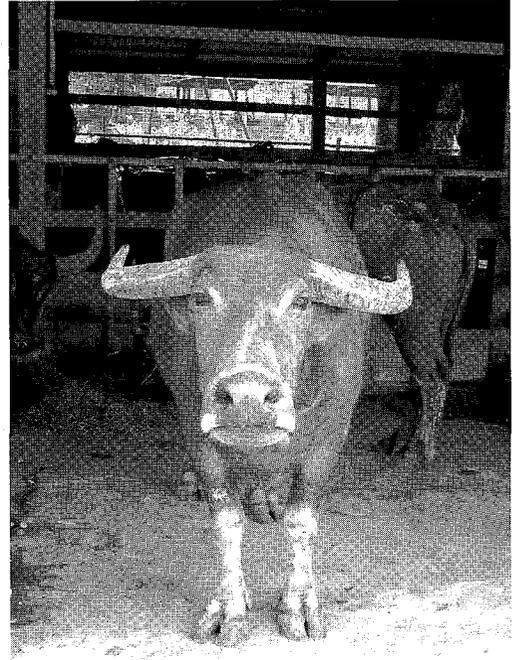


写真1 沼沢スイギュウ

代的な畜産技術を導入し、集約的な生産がなされているものもある。例えばイタリアのモツァレラチーズを作るためにスイギュウの乳生産を行う酪農家には極めて規模の大きなものもある。

沼沢スイギュウは東南アジアを中心に飼育され、稲作と密接な関係を持っている。赤道付近の熱帯雨林気候地域を除く多くの地域において、その季節は雨期と乾期に分かれる。そのため飼養管理方法は季節により大きく異なる。雨期には耕作地には作物が植えてあるので、道路際や河川敷に繋牧されたり、共同の放牧地や未耕作地に放牧される。乾期になり、米が収穫されるとその後放牧される。乾期の間、稲わらや枯れた雑草が主要な飼料となっているため、乾期の終わりには体重を落とすことが多い。乾期のための保存飼料を準備するのは稲わらなどの農業副産物以外はほとんどなく、サイレージや乾草をつくることは極めて稀である。また、米ぬかなどの廉価な糟糠類を給与することはあるが市販の濃厚飼料を給与することはなく、乾期の間は体重をいくらか落としてもかまわないという飼養管理方法がむしろ合理的と考えられる。スイギュウが役畜として利用されるもっとも重要な時期は雨期に入っ

て水田が耕作される時である。そのため、役畜として重要な役割を演じるこの時期に乾期の間に失った体重が戻っていないことが多い。重労働に耐えるようにスイギュウを利用するためには乾期の終りの飼養管理が重要な意味を持つ。乾期における稲わらの尿素処理、糖蜜ブロックの利用などによる飼養管理の改善が雨期に入ってスイギュウを役畜として効率よく利用するのに効果があることが証明されている。しかし、耕耘機などの導入に伴い、スイギュウを役用に使うケースが大幅に減りつつあることも現実である。

インドから地中海諸国では乳用に河川スイギュウが利用されている。アジアにおける乳生産は過去 10 年間で 45% ほど増加しているが、乳生産量の 36% ほどはスイギュウによるもので、南アジア、特にインドやパキスタンにおける生産が主たるものである。インドではムラー種などが有名で、能力の高いスイギュウではピーク時 15~20L 産乳するものもあるが通常は 5~10L である。良質の粗飼料を飽食させることができればそれだけでも 7~10L の乳生産を維持することが可能であるが、1L の乳生産当り、0.25~0.5kg の濃厚飼料の給与が望ましいとされている。

5 今後の課題

アジアにおいては経済発展に伴う動物性蛋白質消費の著しい伸びに対応するため、家畜生産の増大が必須となっている。しかし、アジアでは草地の面積が他の地域と比べ少なく、反芻家畜に給与される粗飼料は稲わらなどの農業副産物に大きく依存しなければならない。そしてその傾向は今後ますます強くなっていくと思われる。それらの副産物の消化率は一般に低く、CP 含量も低い。低質な飼料の場合、飽食させてもウシでは体重を落とすようなものでもスイギュウが食べるとうっくりとではあるが体重が増えるかもしれない。一日当り 5~10kg の乳を搾るためであれば必ずし

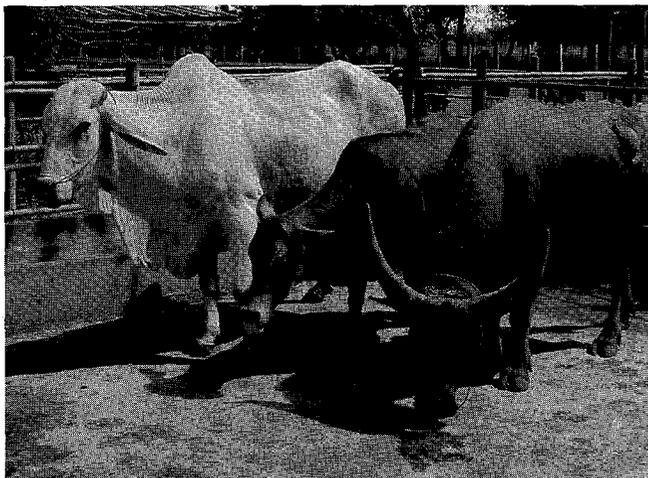


写真2 タイにおける大型反芻家畜
(左からブラーマン種牛, 在来牛, 沼沢スイギュウ)



写真3 水浴びをする沼沢スイギュウ

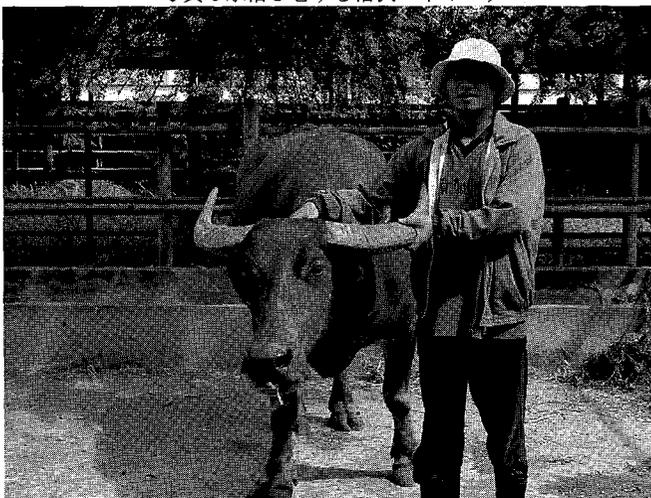


写真4 沼沢スイギュウ (非常に馴れている)

もホルスタイン種を利用する必要はなく、河川スイギュウの乳用種の方が飼養管理が簡単であろう。家畜の利用目的と利用できる飼料資源に応じて、必要とすべき畜種を明確に選択するための基礎的研究が必要とされている。

乾季に稲わらやサトウキビの葉が燃やされているのをしばしば目にする。スイギュウが飼育されているような熱帯の諸国では土壌の有機物含量が低く痩せた土地が多い。貴重な有機物をできる限り家畜の消化管を通して土壌に還元し、少しでも動物性蛋白質を作り出すシステムは決して効率は良くないが合理的で持続可能なものである。このような背景から持続可能な農業システムを再構築する手段の一つとして、スイギュウの利用を見直す必要があるであろう。

参考文献

近宗千城. スイギュウの耐暑特性—牛との比較—日本家畜管理研究会誌 27 (別号) :14-19. 1991.

- Devendra, C. Nutrition of swamp buffaloes. In: Buffalo production. Eds. Tulloh NM, Holmes JHG. Elsevier, 135-151 1992.
- Hayashi M *et al.* Mineral concentrations in serum of cattle and buffalo and some herbage collected from pasture in Medan in Indonesia. Bull. Natl. Inst. Anim. Health (Jpn.) 85:35-42. 1985.
- Homma, H. Liquid turnover rate and water flux rate in the rumen of cattle and buffaloes. Anim. Sci. Technol. (Jpn.) 65(3):258-260. 1945.
- Kearl L C. Nutrient requirements of ruminants in developing countries. International Feed Institute. Utah State University, Logan, Utah. 1982.
- Kennedy *et al.* Intake and digestion in swamp buffaloes and cattle. 1. Digestion of rice straw (*oryza sativa*). J. Agric. Sci., Camb. 119:227-242. 1992.
- Paul SS. *et al.* Feeding standards for lactating riverine buffaloes in tropical conditions. J. Dairy Res. 69(2):173-80. 2002.
- Pradhan, K. (1992) Feeding value of poor quality feeds in cattle and buffalo. In: Utilization of feed resources in relation to nutrition and physiology of ruminants in the tropics, Tropical Agriculture Research Series No. 25, Tropical Agriculture Research Center, Tsukuba, Ibaraki, 35-45. 1992.
- Ranjhan S K. Nutrition of river buffaloes in southern Asia. In: Buffalo production. Eds. N. M. Tulloh and J. H. G. Holmes, Elsevier, 111-134. 1992.
- Samaraweera L. *et al.* Preliminary studies on purin derivative excretion in buffaloes. In: Proceedings of First Asian Buffalo Association Congress. Eds. M. Wanapat and K. Sommart. Khon Kaen, Thailand. 244-249. 1994.

お知らせ

家畜栄養生理研究会秋季集談会開催のお知らせ

家畜栄養生理研究会の平成19年度秋季集談会を下記のように開催致します。今回は、中央畜産会、配合飼料供給安定機構、畜産草地研究所との共同開催となり、前日(11月29日(木)午後)に行われますエコフィード全国行動会議の関連会議としても位置付けております。多数のご参加をお願い致します。

日時：平成19年11月30日(金)

10:00~15:10 集談会

15:30~16:30 評議員会

会場：エポカルつくば(つくば国際会議場)

大会議室102

茨城県つくば市竹園2丁目20番3号

(<http://www.epochal.or.jp/>)

開催テーマ：「副産物飼料の機能性および栄養生理学的特性」

問合せ先：〒305-0901 茨城県つくば市池の台2

畜産草地研究所

栄養素代謝研究チーム102内

家畜栄養生理研究会(事務局)

TEL: 029-838-8645, FAX: 029-838-8606

E-mail: JSANM_jimukyoku@ml.affrc.go.jp

プログラム

10:00~10:10 開会挨拶(会長)

10:10~10:50 「発酵TMRにおける副産物飼料の利用と栄養生理学的特性」
塩谷 繁(畜産草地研究所)

10:50~11:30 「肉用牛に対する尿素処理デンブン粕サイレージの利用」

杉本昌仁¹・齋藤早春¹・左久²・木田克弥²・

大井幹記¹・佐藤幸信¹・斉藤利朗¹

(¹北海道立畜産試験場・²帯広畜産大学)

11:30~12:10 「副産物飼料の機能性とその活用」

佐伯真魚(日本大学生物資源科学部)

12:10~13:10 休憩

13:10~13:50 「食品循環資源の飼料給与と肉質制御」

西岡輝美・石塚 譲・入江正和¹

(大阪府環境農林水産総合研究所,
¹宮崎大学農学部)

13:50~14:30 「納豆を飼料にした高品質な鶏肉・鶏卵の生産」

宮口右二(茨城大学農学部)

14:30~15:10 「DDGSの飼料特性と栄養価」

木村信照・高橋奈緒子

(日本獣医生命科学大学応用生命科学部)