

## ハ Voluntary Intake (自由採食量) をめぐる諸問題

北海道農業試験場草地開発部 雑 賀 優

### I はじめに

牧草の最終の目的は家畜の“生産物”にあるため、牧草と家畜を切り離して考えることは出来ない。家畜の生産を効率的に高めることが、優良な牧草の具備すべき条件と思われるので、次にその条件をとり出してみよう。

- 1) 収量が多い。
- 2) 栄養価が高い。
- 3) し好性が高く、採食量が多い。
- 4) 消化、吸収が良い。
- 5) 家畜の栄養生産に移行する割合が大きい。

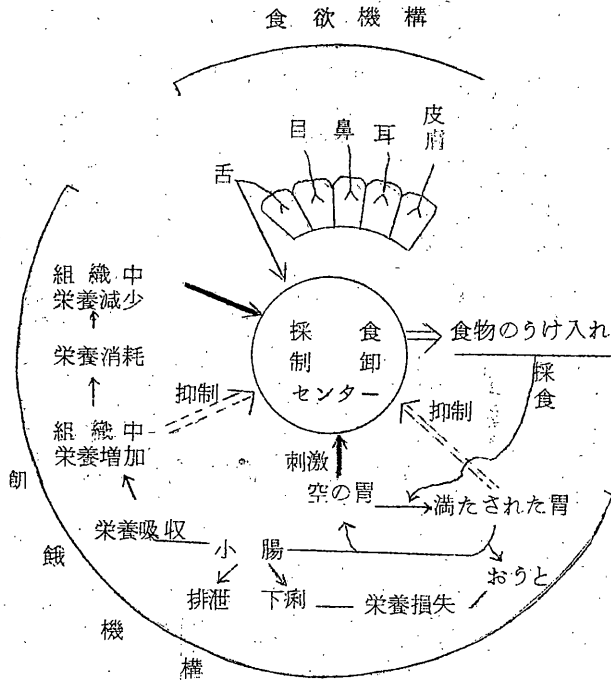
これら5つの条件の中で、1)および2)については牧草分野の研究者により、また4)、5)については畜産分野の研究者によつて、永年にわたり研究されている。しかしながら、3)についてはおろそかに扱われており、その重要性が取上げられ、注目をあびはじめたのは最近のことである。3)の重要性とは何か—という問に対し、簡単にふれてみよう。

家畜に与えられた飼料は、維持飼料と生産飼料に分かれる。維持飼料とは、家畜が生長もせず、栄養生産、労働生産もせず、健康を保ち、体重を維持するのに必要な飼料である。また、生産飼料とは、家畜が生長あるいは乳肉卵毛の生産、繁殖、労役などを行なうための飼料である。維持飼料には大体一定量の飼料が消費されるため、それ以上に採食された飼料は、ほとんどすべてが経済的効果のある生産飼料に利用されることになる。このように、採食量の増加は、家畜の種々の生産と密接に結びついているので、3)の条件は非常に重要な意義を持つているといえる。

### II Voluntary Intake と Palatability

3)の条件に対応する語として、Voluntary Intake(以後VIと略す)、Palatability、Preference、Acceptability、なかでもVIとPalatabilityがよく用いられるようである。しかし、Blaxterら(1961)、Campling(1964)らが指摘しているように、VIとPalatabilityとは区別すべきであろう。VIとは、飼料が充分与えられた時、一定期間中に家畜によつて採食される量を示し、Conventional methodで評価されるが、Palatabilityとは、一般に2種以上の飼料が与えられ、選択が許されるCafeteria methodにより評価される。第1図でこの相違を明確にすると、Palatabilityは食欲機構に属する5官により差が生ずるものであるのに対し、VIは、食欲機構に影響されるばかりではなく、採食が「空の胃」「組織中の栄養減少」によつて刺激され、「満された胃」、「組織中の栄養増加」によつて抑制される飢餓機構にも影響されるという相違がある。Palatabilityの評価では飼料間

の差が現われやすく、評価に必要な時間、規模、労力は少なくすむ。しかし、家畜の生産により密接に結びつき、信頼度の高い結果は、V Iの評価によつて得られるものであるため、試験の目的により評価方法を決定すべきである。上述のように、ここではPalatabilityをV Iの1部であるという見解をとり、以下V Iに關与する要因について述べる。



第1図：採食に対する食欲および飢餓の機構  
(Riggenberg ; 1960)

### III V Iに關与する要因

#### (1) 外觀的形質

色と採食の關係を述べた論文はほとんどなく、明らかでないが、萌芽したばかりの緑色の草を好み、霜、病気などによつて黄化した草が採食されないのは、色より触感、あるいは水分、纖維含量などによるものであろう。触感がV Iと關係していることは、多くの研究者の主張するところである。トールフェスクでは、葉形および触感との間に $r=0.48^*$ の相関が得られ(Craigsmilesら、1964)、オーチャードグラスでも、ケイ酸質の葉齒のために採食がよくないといわれている(Dijk、1959<sup>\*</sup>)。また、ウイーピングラブグラスでは、草型との間に相関がみられている(Leigh、1961)。

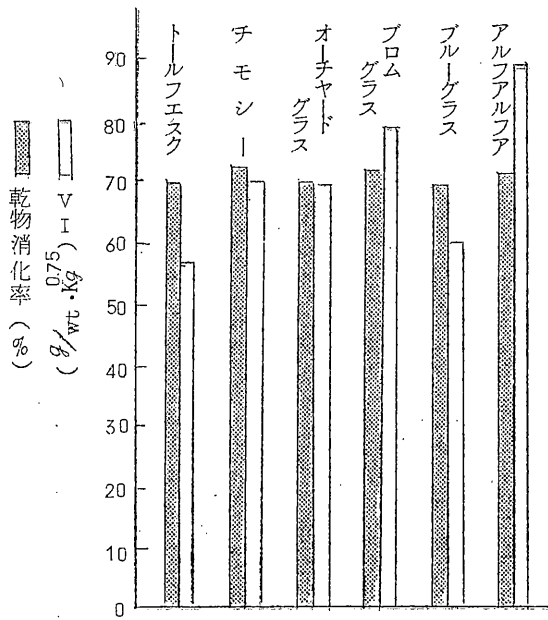
排泄物は、放牧地において不食過繁地を作る大きな要因であるが、その原因は、 $P/N$ の

アンバランスによる糖分の減少のためではなく、匂いが採食を防げるといわれ (Marten & Donker, 1966)、その結果、残食部は繊維含量が高くなり、また、消化率が低くなるためにますます敬遠され、肥料的効果も付加されて、不食過繁地が出来ると考えられる。排泄物が草地に影響をおよぼす期間について、Norman & Green (1958) は、尿の影響は比較的短期間で消失するが、糞の影響は 18 カ月以上も続くとして述べている。

(2) 草種および品種

牧草の草種間の比較は Stapledon (1927<sup>\*</sup>)、Archibald ら (1943)、Ivins (1952)、Harkess (1963)、広瀬 (1964)、Minson ら (1964)、Reid & Jung (1965)、Hyder ら (1966)、Spedding (1966) など多くの研究者によって行なわれている。Stapledon (1927) は、時期的な経過を考慮に入れ、各草種の嗜好性をみている。それによるとライグラスは早春および秋に最も好まれる。オーチャードグラスは、春先にはよいが、時期の経過にしたがい急激に嗜好性は落ちる。チモシーは、晩春から夏、秋にかけて最も好まれる。メドーフエスクは、出穂による成分変化が急激でないため、年間を通じて悪くはならない、白クローバ、赤クローバ (晩生) は年間を通じて良い。と述べている。草種間にあらわれる嗜好性の差異は、消化率により大きく影響されるのではないかと考えられる。第 2 図は Reid & Jung (1965) の行なつた試験で、6 草種が 5 月 15 日に刈

取られ、Cafeteria method で評価された結果である。乾物消化率では 70~74 % で、ほとんど差がないにもかかわらず、採食量では差がみられ、増体量ではアルファアルファの 0.26 lb/day に対し、トールフェスクは 0.09 lb/day で約 60 % 低い。この試験から明らかのように、草種間の採食量の差には、消化率以外に何か他の形質が大きく関与していると考えられる。



第 2 図：刈取給与した各牧草の VI および消化率 (Reid & Jung; 1965)

マメ科牧草では、アルファルファのし好性が良くないといわれるが、イネ科牧草に比較すると好まれるようである。

品種内における比較は、オーチャードグラスでは Stapledonら(1934)、吉山ら(1963)、Bland & Dent(1964)らにより行なわれている。Bland & Dent(1964)は、早生のオーチャードグラス、4倍体のライグラスは、莖、葉鞘が太く、多汁で、家畜に対し、し好性が高いという結果を得ている。このことは筆者の行なつた試験の結果によつても明らかで、早生のオーチャードグラスは、出穂の影響のあらわれる時を除いて、年間を通じて高い採食を示した。ウィーピングラブグラスでは、Leigh(1961)らによつて行なわれている。また、トールフェスクでは系統間の比較にまで進んでおり、Buckner & Burrus(1962)は、採食の良い系統を選抜している。

### (3) 肥 料

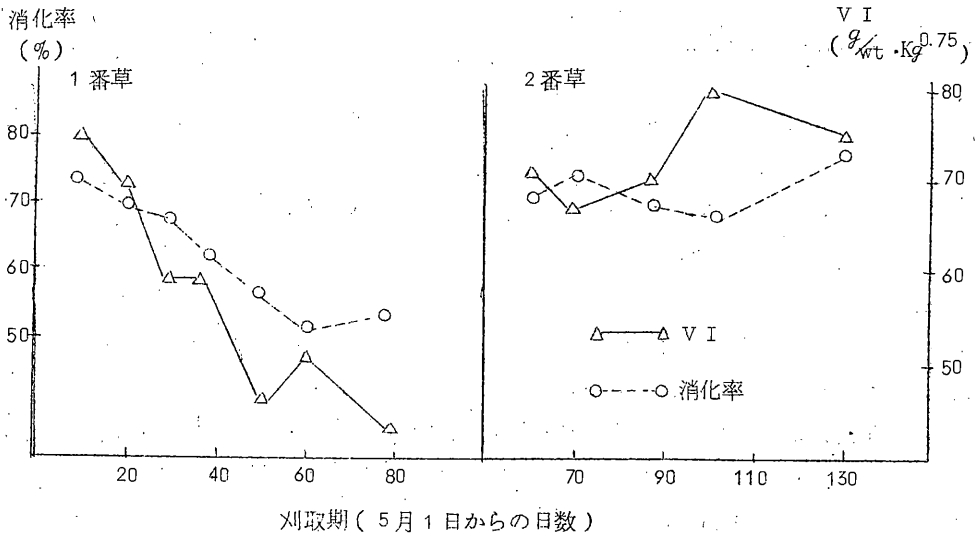
Nの施用が多くなると可消化有機物が増大し(Ashford & Troelsen, 1965)、この可消化有機物がし好性と関連するといわれ(Bland & Dent, 1964, Hardisonら, 1954)、Nの施用は家畜に対するし好性を増大するようである(Ivins, 1952)。一方Reidら(1966)は、肥料の形態によつても異なるが(硝酸ナトリウム>硝酸アンモニウム>硫酸アンモニウム>尿素>燐酸アンモニウム)、Nの施用は採食量を減少させると報告している。また、Arnold & Dudzinski(1966)は、牧草のN含量と反すう時間間に負の相関をみつけた。このように、N肥料の影響は研究者によつて見解が異なり、明確ではないが、N施用後の植物が急激に伸長する時期では、採食される部位のN含量も少なく、し好性が高いが、Nの施用後ある期間を経過した植物体ではN含量が高くなり、繊維含量も増大し、その結果として採食が減少するのではないかと思われる。

Pの施用では、Reid & Jung(1965)が有意ではないが、採食を増大するという結果を得ており、Stapledon(1947)は石灰の施用で、Leigh(1961)は、高いP、K含量を有する牧草で採食が良好であるという結果を得ている。ただし、 $K/Oa$ の比が大きすぎると、オーチャードグラスではし好性が落ちるようである(Dijk, 1959\*)。

### (4) 消 化 率

Butterworth & Aries(1965)は羊を用いた試験で、ネーピアグラスは、成熟するにつれて胃を通過するのに要する時間が長くなる。また、採食量の多い時期では消化率が高くなり、胃の通過速度は速くなる、という結果を得ている。このように、消化率のよい飼料は、消化器官の通過時間と関係し、採食量が高くなることは、多くの研究者(Stapledon 1947, Blaxter 1964, Reid & Jung 1965, Campling 1965, Butterworth 1965, Demarquilly 1965)によつて明らかにされている。第3図は、Reid & Jung(1965)による、オーチャードグラスの時期の経過にともなり消化率の推移とVIとの関係を示した図である。成熟が進むにしたがつて

消化率は低くなり、平行してVIが減少することがわかる。2番草では、1番草のような顕著な傾向は見られない。



第3図：オーチャードグラスにおける消化率とVIの関係 (Reid & Jung, 1965)  
 オーチャードグラスで、この12点のデータにより消化率とVIの相関係数を求めた結果、  
 +0.81\*\* という高い相関係数が得られた。その他の草種においても相関係数が計算された。

第1表：消化率とVIの相関 (Reid & Jung, 1965)

草種	時期	相関係数
アルファルファ	1.1	+ 0.45
チモシー	9	+ 0.57
ブロームグラス	1.2	+ 0.62 *
オーチャードグラス	1.2	+ 0.81 **
スーダングラス	2.0	+ 0.85 **
トールフェスク	1.0	- 0.31

有意な+の相関は、ブロームグラス、スーダングラスによつても得られ、有意ではないが、アルファルファ、チモシーも+の高い値を示している。前述のごとく、Stapledon (1927\*)は、「メドーフエスクは出穂による成分変化が急激でないため、し好性は年間を通じて悪くならない」ことを明らかにしている。トールフェスクもメドーフエスクと同様に、し好性の変化が少ないと仮定すれば、消化率とVIの相関係数が低い値を示したことが理解される。Cooper (1962)は、消化率とVIに相関がみられるのは、その飼

料の繊維含量が関与しているためであり、繊維含量が少なく、消化されやすい形態になつていれば、反すうに要する時間が少なく、VIが高くなると述べている。1部の研究者は、粗繊維含量はし好性に大きなウエイトを占めない(Leigh, 1961)、と報告しているが、一般にVIと繊維含量には、負の相関が存在するといわれている(Hardisonら、1954, Bland & Dent 1964, Wilson & Carrick 1966)。

消化率は、VIに影響をおよぼす要因の中でも重要な位置を占めている。評価方法は、一般には羊、山羊、兎、鶏がつかわれ、採食した成分量から排泄した成分量を引き、消化吸収された成分量を求める方法が用いられている。しかし、この方法では、サンプル数が多い場合、あるいは1つのサンプル量が少ない場合は評価が不可能である。invitroの消化試験方法はTillyら(1960)によつて開始され、その後も改善されて、1部の成分ではよい結果が得られている。Cooper(1962)らは実際にライグラス、オーチャードグラスでタンパク質の消化率に対する選抜を行なつている。

#### (5) 成分含有量

可消化有機物、あるいは粗繊維含量が採食に影響することは前に述べた。そのほかに、Hardison(1954)は、エーテル浸出物、金属分の含有量が多いほど採食が良好であることを見出した。また、Bland & Dent(1964)は、オーチャードグラスの品種間でPalatabilityの試験を行なつたが、その結果、採食量とヘキソースの間に $+0.7210^{**}$ 、フラクトサンとの間に $+0.7508^{**}$ 、全糖との間に $+0.9117^{***}$ という非常に高い相関を得た。また、Van Soest(1965)は7草種を用いて、化学成分とVIとの相関を求めた。それによれば、草種内ではリグニン、酸溶性繊維、セルローズ、細胞壁構成物の含量とVIの間に負の相関がみられ、蛋白含量と消化率との間には正の相関が得られた。これらの傾向はスーダングラス、オーチャードグラス、ブロームグラスでは顕著であるが、チモシー、アルファルファ、ブルーグラス、トールフェスクではあまり明確ではない。草種間の相関で、リグニン含量とVIに0.91もの高い数字があるが、7草種の中にアルファルファが含まれているため、イネ科草種に限つた試験では負の相関係数が予想される。

第2表：化学成分、消化率とVIの相関 (Van Soest:1965)

	D egrees of freedom	Lignin	ADF	Protein	Celluloses	CWC	Digesti- bility
スーダングラス	19	-0.89**	-0.88**	0.77**	-0.87**	-0.78**	0.85**
オーチャード グラス	11	-0.76**	-0.74**	0.79**	-0.83**	-0.95**	0.81**
ブロームグラス	11	-0.65**	-0.85**	0.70**	-0.87**	-0.77**	0.62*
チモシー	8	-0.33	-0.29	0.29	-0.47	-0.37	0.57
アルプアルプア	10	-0.02	-0.07	0.17	-0.20	-0.29	0.45
ブルーグラス	8	0.48	0.20	-0.25	0.37	-0.06	0.18
トールフェスク	9	0.70*	0.59	-0.46	0.54	0.57	-0.31
合 計	82	-0.13	-0.53**	0.54**	-0.59**	-0.65**	0.66**
草種内	76	-0.56**	-0.60**	0.49**	-0.63**	-0.59**	0.67**
草種間	6	0.91**	-0.25	0.66	-0.45	-0.78*	0.70

ADF (酸溶性繊維)

CWC (細胞壁構成物)

#### (6) 家畜の種類

採食量はもちろんであるが、し好性が家畜の種類によつて異なることは当然考えられることである。Ingalls(1963)は多くの草種を用い、家畜によるし好性の比較を行なつた。その結果、牛はアルプアルプア、羊はパースツットレフオイルの採食が良好であると報告した。一方 Cowlishaw & Alder.(1960)は牛と羊のし好性試験を行ない、牛は羊よりメドーフエスクを好み、オーチャードグラスは羊の方が好むと報告している。しかしこれらの成績は統計分析が行なわれておらず、他の論文においても、家畜によるし好性の差が統計的に有意であることを示した成績はみられない。一般に、子畜は親より消化率、栄養価、糖分含量などで選択力が大であるといわれている。また、羊と牛の選択力の比較では、羊の方が敏感であるといわれているが、逆の成績もあるので明確ではない。このように家畜の種類でのし好性の比較はあまり行なわれず、成績も少ないが、この原因は、家畜の個体間のし好性に対する差が、家畜の種類間における差に比較して大きいためと思われる。

#### IV. 考 察

以上、主として外国文献の紹介によつて、牧草の側からVIについて考察を進めてきたが、さらに家畜の側からみれば、種類、年令、飼育の目的、育成環境などの多くの要因が考えられる。また、思考能力があるため、その心理状態によつても大きく左右される。VIには、このように家畜および牧草の両面から数多くの要因が関与し、それらが単独、あるいは交互作用となつて複雑な、理解され難い現象を形づくっている。牧草の究極の目的が家畜の種々の生産にあり、家畜の種々の生産が牧草をぬきにして考えられない現段階においては、両分野は密接に結びつかねばならない。牧草の生産がただちに家畜の生産に移行するためには、両分野の研究範囲が拡大され、連結部の谷間を解消し、VIの解明が飛躍的に進むことが望まれる。

## 引用文献

1. Archibald, J. G., Bennett, E. and Ritchie, W. S. 1943.  
J. Agric. Res. 66, 341-347.
2. Arnold, G. W. and Dudzinski, M. L. 1966.  
Proc. 10th. Int. Grassld. Congr. 367-370.
3. Ashfold, R. and Troelsen, J. E. 1965.  
J. Bri. Grassld. Soc. 20, 139-143.
4. Bland, B. F. and Dent, J. W. 1964.  
J. Bri. Grassld. Soc. 19, 306-315.
5. Blaxter, K. L., Wainman, F. W. and Wilson, R. S. 1961.  
Anim. Prod. 3, 51-61.
6. ————. 1964.  
J. Bri. Grassld. Soc. 19, 90-99.
7. Buckner, R. C. and Burrus, P. 1962.  
Crop. Sci. 2, 55-57.
8. Butterworth, M. and Aries, P. J. 1965.  
Proc. 9th. Int. Grassld. Congr. 899-901.
9. Campling, R. C. 1964.  
J. Bri. Grassld. Soc. 19, 110-118.
10. Campling, R. C. 1965.  
Proc. 9th. Int. Grassld. Congr. 903-905.
11. Cooper, J. P. 1962.  
Nature. 1276-1277.
12. Cowlshaw, S. J. and Alder, F. E. 1960.  
J. Agric. Sci. 54, 257-265.
13. Craigmiles, J. P., Crowder, L. V. and Newton, J. P. 1964.  
Crop. Sci. 4, 658-660.
14. Demarquilly, C. 1965.  
Proc. 9th. Int. Grassld. Congr. 877-885.
15. Dent, J. W. and Ardrich, D. T. A. 1966.  
Proc. 10th. Int. Grassld. Congr. 419-424.
16. Hardison, W. A., Reid, J. T., Martin, C. M. and Woolfolk, P. G.  
1954. J. Dairy Sci. 37, 89-102.



17. Harkess, R. D. 1963.  
J. Bri. Grassld. Soc. 18, 62-68.
18. 広瀬又三郎, 1964.  
畜産試験場年報. 57-60.
19. Hyder, D. N., Bement, R. E., Norris, J. J. and Morris, M. J. 1966.  
Proc. 10th, Int. Grassld. Congr. 970-973.
20. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and Wheeler, R. A. 1966.  
Proc. 10th, Int. Grassld. Congr. 974-977.
21. InGalls, J. R., Thomas, J. W. and Tesen, M. B. 1963.  
J. Dairy. Sci. 46, 632-633.
22. Ivins, J. D. 1952.  
J. Bri. Grassld. Soc. 7, 43-54.
23. Leigh, J. H. 1961.  
J. Bri. Grassld. Soc. 16, 135-140.
24. Marten, G. C. and Donker, J. D. 1966.  
Proc. 10th, Int. Grassld. Congr. 359-363.
25. Minson, D. J., Harris, C. E., Raymond, W. F. and Milford, R. 1964.  
J. Bri. Grassld. Soc. 19, 298-305.
26. Norman, M. J. T. and Green, J. O. 1958.  
J. Bri. Grassld. Soc. 13, 39-45.
27. Reid, R. L. and Jung, G. A. 1965.  
Proc. 9th, Int. Grassld. Congr. 863-869.
28. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and Murray, S. J. 1966.  
J. Anim. Soc. 25, 636-645.
29. Spedding, C. R. W., Lavge, R. V. and Kydd, D. D. 1966.  
Proc. 10th, Int. Grassld. Congr. 479-483.
30. Stapledon, R. G. 1934,  
Welsh. J. Agric. 10, 211-223.
31. \_\_\_\_\_, 1947.  
Agriculture, 53, 488.
32. Tilley, J. M., Deriaz, R. E. and Terry, R. A. 1960.  
Proc. 8th, Int. Grassld. Congr. 533-537.
33. Van Soest, P. J. 1965,  
J. Anim. Sci. 24, 834-843.

34. Wilson, R. K. and Carrick, R. B. Mc. 1966.  
Proc. 10th. Int. Grassld. Congr. 371-378.
35. 吉山武敏、宝示戸貞雄、関塚清蔵、1963.  
草地部の研究速報要旨集録、49-60.

本文中の\*印は

36. Garner, F. H. 1963.  
J. Bri. Grassld. Soc. 18, 79-89. \*による