HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---|---|
| Title | 各種飼料蛋白質の Biological value に関する研究 : Ⅰ. 家兎による青刈牧草類についての測定 |
| Author(s) | 広瀬, 可恒; 鈴木, 省三 |
| Citation | 北海道大學農學部邦文紀要, 3(1), 91-97 |
| Issue Date | 1958-03-14 |
| Doc URL | http://hdl.handle.net/2115/11650 |
| Type | bulletin (article) |
| File Information | 3(1)_p91-97.pdf |

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

# 各種飼料蛋白質の Biological value に関する研究

## I. 家兎による青刈牧草類についての測定

広　瀬　可　恒*
鈴　木　省　三*

# Studies on the biological value of protein of various feedstuffs

## I. Measurement on green grasses and legumes with rabbits.

By

Yoshitsune HIROSE
Shozo SUZUKI

(Institute of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

## I. 緒　　言

動物による各種蛋白質の利用率についてはTHOMAS (1907) が Biological value の概念を発表して以来, MITCHELL 等 (1924, 1928, 1944) による測定方法の確立と, ROSE (1938) 等の必須アミノ酸の研究の発展と相まつて, 多数の測定結果の報告が見られる。然し, 家畜の慣用飼料についての系統的な測定試験は未だ充分に行われていない。

Biological value 測定のように, 厳密な試験条件の規制を必要とする場合は, 同一系列の試験による比較が先づ必要であり, 又飼料蛋白質の利用性は, その飼料全体の栄養価の評価及びその経済性に重要な意義を持つていることを考えると, 各種飼料について系統的に比較研究を行う必要が痛感される。

本研究においては, 先づ青刈牧草6種について, 家兎を使用し, THOMAS-MITCHELL の窒素出納試験法によつて青草蛋白質の Biological value の測定を行つた。

## II. 試験方法

生後 90 乃至 100 日の白色在来種 11 頭を使用, 予備期7日, 本試験期7日の窒素出納試験を, 3期づつ次の順で4回にわたつて行つた。

第1試験 (2頭) : 白クローバー期—オーチャードグラス期—無蛋白飼料期

第2試験 (3頭) : 赤クローバー期—クリムソンクローバー期—無蛋白飼料期

第3試験 (3頭) : 赤クローバー期—オーチャードグラス期—無蛋白飼料期

第4試験 (3頭) : チモシー期—アルファルファ期—無蛋白飼料期

試験檻は 45 cm 平方, 高さ 30 cm で, 金網底の下に 2 mm 目の金網を入れて糞を受け, 一番下に亜鉛板を漏斗状に張つて尿を採取し得るようにした。

無蛋白飼料は WOODWARD 等 (1932), 及び広瀬等 (1955) の報告を参照して, **第1表**の組成とした。無蛋白飼料はよく混合した後湯で練り, 扁平に整形して 60°C～70°C の乾燥器中で乾燥調製した。

**第1表**　無蛋白飼料組成*

| | |
|---|---|
| 澱　　粉 | 70% |
| 紙パルプ | 20 |
| ラ　ー　ド | 5 |
| 調 合 塩 (PASSMORE) (1935) | 5 |

* 他に武田製薬製パンビタン 0.1% 添加

SCHÜRCH (1949) によれば, 生後 100 日-130 日の

* 北海道大学農学部畜産学教室
本研究は文部省科学研究費の助成により行つたもので, 深く謝意を呈する。

発育時の家兎の必要乾物量は 80-110g，可消化純蛋白質は 10-10.5 g である。

本試験では，これに準じて，1日分の摂食量が乾物約 100 g，窒素約 1.5 g を含むように試験牧草と無蛋白飼料の給与量を決め，1日2回，両飼料を同時に別々の容器で与えた。飲料水としては，蒸溜水を常備した。

牧草は毎日一定量を採取し乾燥，7日分を混合した試料，糞は7日分全量を風乾混合後，尿は毎日，窒素含量を KJEHLDAHL 法により定量した。

## III. 試験結果及び考察

### (1) 無蛋白飼料給与期の窒素排泄量

各試験動物の無蛋白飼料給与期の生体重・摂食量・排糞量を**第2表**に，窒素排泄量及びそれから算出した生体重 1 kg 当りの内因性窒素量，乾物摂食量 100 g 当りの代謝窒素量を**第3表**に示した。

**第 2 表** 無蛋白飼料給与時の生体重及び1日平均乾物摂食量，風乾糞量

| 試験番号 | 兎番号 | 開始時体重 g | 終了時体重 g | 平均体重 g | 乾物摂食量 g | 風乾糞量 g |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 1 | 1,710 | 1,670 | 1,690 | 44.4 | 12.4 |
| | 2 | 1,810 | 1,820 | 1,815 | 44.0 | 9.1 |
| II | 3 | 1,720 | 1,740 | 1,730 | 52.4 | 12.3 |
| | 4 | 1,670 | 1,700 | 1,685 | 46.9 | 8.7 |
| | 5 | 1,570 | 1,520 | 1,545 | 57.1 | 15.7 |
| III | 6 | 1,950 | 2,100 | 2,025 | 40.7 | 9.6 |
| | 7 | 2,050 | 2,070 | 2,060 | 57.2 | 14.4 |
| | 8 | 2,250 | 2,370 | 2,310 | 32.4 | 7.6 |
| IV | 9 | 2,120 | 2,050 | 2,085 | 55.8 | 15.0 |
| | 10 | 1,850 | 1,810 | 1,830 | 51.6 | 13.1 |
| | 11 | 2,050 | 1,900 | 1,975 | 37.4 | 9.1 |

**第 3 表** 無蛋白飼料給与時の1日平均 N 排泄量及び内因性 N・代謝 N 量 (mg)

| 試験番号 | 兎番号 | 糞 中 N | 尿 中 N | 摂食乾物 100 g 当 糞中代謝 N | 生体重 1kg 当 尿中内因 N |
|---|---|---|---|---|---|
| I | 1 | 84.51 | 108.44 | 190.34 | 64.17 |
| | 2 | 42.06 | 114.53 | 95.59 | 63.10 |
| II | 3 | 71.26 | 69.79 | 135.99 | 40.34 |
| | 4 | 68.84 | 113.58 | 146.78 | 67.41 |
| | 5 | 136.71 | 188.34 | 239.42 | 121.90 |
| III | 6 | 61.26 | 418.59 | 150.52 | 206.71 |
| | 7 | 111.10 | 360.76 | 194.23 | 175.13 |
| | 8 | 53.00 | 481.44 | 163.58 | 208.42 |
| VI | 9 | 93.00 | 162.49 | 166.67 | 77.93 |
| | 10 | 86.74 | 79.96 | 168.10 | 43.69 |
| | 11 | 65.83 | 386.11 | 176.02 | 195.50 |
| 平 | | 均 | | 166.11 | 114.95 |

著者等 (1955) が兎に無蛋白飼料を与えた試験では，摂食乾物 100 g 当り糞中代謝窒素は 157 mg-202 mg，平均 183 mg，生体重 1 kg 当り尿中内因窒素は 117 mg-174 mg，平均 140 mg で，本試験の平均値はそれ

ぞれ，166 mg 及び 115 mg で，ほぼ近似した値となつたが，1頭毎に見ると代謝窒素は最低 96 mg，最高 239 mg，内因窒素は最低 40 mg，最高 208 mg で，かなり広い変化があつた。

摂食乾物量 100 g 当り代謝窒素及び体重 1 kg 当り内因窒素量に対する生体重・乾物摂食量・排糞量等の直接的な関係は認められず，これら以外に各個体の生理的条件が少からぬ影響を持つものと考えられる。

**（2） 各試験期の Biological value 測定値**

各試験における飼料給与量及びその窒素含量は**第 4 表**に示す通りである。

乾物給与量及び窒素給与量は，試験終了後分析して知つた実際量と予定量との間に，かなりの差があつて，各試験に同一量の乾物及び窒素を給与することができなかた。

**第 4 表** 各試験期の摂食飼料及びその N 含量

| 試験 | 試験期 | 試験牧草名 | 牧草摂食量 g/day | 無蛋白飼料摂食量 g/day | 牧草N含量 % | 給与乾物中N含量 % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 1 | 白クローバー | 223 | 45 | 0.75 | 2.182 |
| | 2 | オーチャードグラス | 260 | 48 | 0.62 | 1.527 |
| II | 1 | 赤クローバー | 300 | 40 | 0.52 | 1.823 |
| | 2 | クリムソンクローバー | 300 | 40 | 0.42 | 1.406 |
| III | 1 | 赤クローバー | 280 | 45 | 0.51 | 1.728 |
| | 2 | オーチャードグラス | 300 | 54 | 0.52 | 1.394 |
| IV | 1 | チモシー | 400 | 0 | 0.58 | 2.512 |
| | 2 | アルファルファ | 291 | 50 | 0.70 | 2.139 |

各試験の窒素出納及びこれから算出した Biological value，窒素の消化率・真の消化率は，**第5表**から**第8表**までに示した。

**第 5 表** N 出納及び Biological value（1日平均値）

（第 I 試験）

| 試験牧草 | 白クローバー | | オーチャードグラス | |
|---|---|---|---|---|
| 兎番号 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 開始時体重 g | 1,620 | 1,620 | 1,590 | 1,770 |
| 終了時体重 g | 1,720 | 1,700 | 1,760 | 1,960 |
| 平均体重 g | 1,670 | 1,660 | 1,675 | 1,865 |
| 摂食乾物量 g | 76.66 | 76.66 | 105.57 | 105.57 |
| 摂食 N mg | 1,672.50 | 1,672.50 | 1,612.00 | 1,612.00 |
| 糞中 N mg | 360.29 | 314.54 | 579.53 | 508.57 |
| 代謝 N mg | 145.91 | 73.28 | 200.94 | 100.91 |
| 吸収 N mg | 1,458.12 | 1,431.24 | 1,233.41 | 1,204.34 |
| 尿中 N mg | 285.05 | 327.25 | 430.88 | 337.32 |
| 内因 N mg | 107.16 | 104.75 | 107.48 | 117.68 |
| Biological value | 87.8 | 84.5 | 73.8 | 81.8 |
| N 消化率 % | 78.5 | 81.2 | 64.0 | 68.5 |
| 真のN消化率 % | 87.2 | 85.6 | 76.5 | 74.7 |

**第 6 表** N 出納及び Biological value（1日平均値）
（第 II 試験）

| 試験牧草 | 赤クローバー | | | クリムソンクローバー | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 兎番号 | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 |
| 開始時体重 g | 1,600 | 1,700 | 1,520 | 1,760 | 1,740 | 1,730 |
| 終了時体重 g | 1,750 | 1,850 | 1,640 | 1,900 | 1,840 | 1,770 |
| 平均体重 g | 1,675 | 1,775 | 1,580 | 1,830 | 1,790 | 1,750 |
| 摂食乾物量 g | 85.58 | 85.58 | 85.58 | 89.60 | 89.60 | 89.60 |
| 摂食 N mg | 1,560.00 | 1,560.00 | 1,560.00 | 1,260.00 | 1,260.00 | 1,260.00 |
| 糞中 N mg | 411.67 | 423.91 | 504.39 | 364.91 | 337.77 | 441.26 |
| 代謝 N mg | 116.38 | 125.61 | 204.90 | 121.85 | 131.51 | 214.52 |
| 吸収 N mg | 1,264.71 | 1,261.70 | 1,260.51 | 1,016.94 | 1,053.74 | 1,033.26 |
| 尿中 N mg | 546.04 | 484.02 | 542.60 | 241.86 | 151.62 | 209.79 |
| 内因 N mg | 67.57 | 119.65 | 192.60 | 73.82 | 120.66 | 213.33 |
| Biological value | 62.2 | 71.1 | 72.2 | 83.5 | 97.1 | 100.3 |
| N 消化率 % | 73.6 | 72.8 | 67.7 | 71.0 | 73.2 | 65.0 |
| 真のN消化率 % | 81.1 | 80.9 | 80.8 | 80.7 | 83.6 | 82.0 |

**第 7 表** N 出納及び Biological value（1日平均値）
（第 III 試験）

| 試験牧草 | 赤クローバー | | | オーチャードグラス | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 兎番号 | 6 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 |
| 開始時体重 g | 2,000 | 2,000 | 2,320 | 2,200 | 2,200 | 2,440 |
| 終了時体重 g | 2,070 | 2,060 | 2,400 | 2,320 | 2,280 | 2,510 |
| 平均体重 g | 2,035 | 2,030 | 2,360 | 2,260 | 2,240 | 2,475 |
| 摂食乾物量 g | 82.63 | 82.63 | 82.63 | 111.94 | 111.94 | 111.94 |
| 摂食 N mg | 1,428.00 | 1,428.00 | 1,428.00 | 1,560.00 | 1,560.00 | 1,560.00 |
| 糞中 N mg | 451.47 | 387.50 | 476.71 | 622.30 | 664.29 | 690.00 |
| 代謝 N mg | 124.37 | 160.49 | 135.17 | 168.49 | 217.42 | 183.11 |
| 吸収 N mg | 1,100.90 | 1,200.99 | 1,086.46 | 1,106.19 | 1,113.13 | 1,053.11 |
| 尿中 N mg | 620.50 | 635.46 | 721.39 | 640.42 | 726.51 | 819.65 |
| 内因 N mg | 420.65 | 355.51 | 491.87 | 467.16 | 392.29 | 515.84 |
| Biological value | 81.8 | 76.7 | 78.9 | 84.3 | 70.0 | 71.2 |
| N 消化率 % | 68.4 | 72.9 | 66.6 | 60.1 | 57.4 | 55.8 |
| 真のN消化率 % | 77.1 | 84.1 | 76.1 | 70.9 | 71.4 | 67.5 |

**第 8 表** N 出納及び Biological value（1 日平均値）
（第 IV 試 験）

| 試験牧草 | チモシー | | | アルファルファ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 兎番号 | 9 | 10 | 11 | 9 | 10 | 11 |
| 開始時体重 g | 1,980 | 1,530 | 1,880 | 2,180 | 1,830 | 2,120 |
| 終了時体重 g | 2,070 | 1,560 | 1,890 | 2,300 | 1,970 | 2,270 |
| 平均体重 g | 2,025 | 1,545 | 1,885 | 2,240 | 1,900 | 2,195 |
| 摂食乾物量 g | 92.36 | 92.36 | 92.36 | 95.21 | 95.21 | 95.21 |
| 摂食 N mg | 2,312.00 | 2,312.00 | 2,312.00 | 2,037.00 | 2,037.00 | 2,037.00 |
| 糞中 N mg | 584.86 | 639.29 | 702.00 | 387.94 | 391.84 | 452.20 |
| 代謝 N mg | 153.94 | 155.26 | 162.57 | 158.69 | 160.05 | 167.59 |
| 吸牧 N mg | 1,881.08 | 1,827.97 | 1,772.57 | 1,807.75 | 1,805.21 | 1,752.39 |
| 尿中 N mg | 1,384.55 | 1,029.10 | 994.65 | 862.95 | 398.55 | 596.25 |
| 内因 N mg | 157.80 | 67.50 | 368.52 | 174.56 | 83.01 | 429.12 |
| Biological value | 34.8 | 47.4 | 64.7 | 61.9 | 82.5 | 90.5 |
| N 消化率 % | 74.7 | 72.3 | 69.6 | 81.0 | 80.8 | 77.8 |
| 真のN消化率 % | 81.4 | 79.1 | 76.7 | 88.7 | 88.6 | 86.0 |

各飼料蛋白質の Biological value 平均値は**第 9 表**に掲げる通りである。

**第 9 表** 測定 Biological value 平均値

| 試験 | 試験牧草 | Biological value |
|---|---|---|
| I | 白クローバー | 86.2 |
| | オーチャードグラス | 77.8 |
| II | 赤クローバー | 68.5 |
| | クリムソンクローバー | 93.6 |
| III | 赤クローバー | 79.1 |
| | オーチャードグラス | 75.2 |
| IV | チモシー | 49.0 |
| | アルファルファ | 78.3 |

**第 9 表**の平均値によれば Biological value 測定値は，クリムソンクローバーが最も高く，白クローバーがこれに次ぎ，アルファルファ・オーチャードグラス・赤クローバーはやや低く，チモシーは最も低いと見ることができる。

従来兎による生草蛋白質の Biological value 測定の報告は見られないが，乾草については田先等(1955)が，赤クローバー 49.3～53.6，オーチャードグラス 41.3～55.3，白クローバー 56.1～58.0 という値を得ている。これに較べると本試験の結果は，同一種牧草では何れも非常に高く，乾草に較べ生草が良好な蛋白質源となり得ることを示している。

試験を 2 回行つたオーチャードグラス・赤クローバーの内，オーチャードグラスは結果がほぼ一致したが，赤クローバーは 68.5 及び 79.1 で，両試験の間に約 10 の差が現われた。この原因としては，第 III 試験において第 II 試験の動物より体重が大であつたにも拘らず，給与量を減じたことが一因と考えられるが，全般的に同一試験期に同一飼料を与えた個体間でも，消化率に較べると Biological value には，かなりの差があり，特に第 IV 試験ではこの差が著しいことから考えると，各個体の生理的な条件の相異による影響が相当大きいものと予想される。特に影響の大きいのは無蛋白飼料期及び試験飼料期の尿中窒素排泄量で，この点については試験方法として，今後更に研究を重ねる必要があろう。

**（3） 窒素の消化率・真の消化率及び利用率**

窒素の消化率及び真の消化率は，個体による変動は小さく，平均値は**第 10 表**の通りである。

**第 10 表**に見られる様に，真の窒素消化率は見かけの消化率に較べて 7～12% 高く，牧草の種類では，アルファルファと白クローバーが高く，オーチャードグラスは低く，その他は大差ないという結果であつた。

又，真の N 消化率に Biological value を乗じた

**第 10 表** 平均 N 消化率及び N 利用率 (%)

| 試験 | 試験牧草 | N 消化率 | 真のN 消化率 | N 利用率 |
|---|---|---|---|---|
| I | 白クローバー | 79.9 | 86.4 | 74.5 |
| | オーチャードグラス | 66.3 | 75.6 | 58.8 |
| II | 赤クローバー | 71.4 | 80.9 | 55.4 |
| | クリムソンクローバー | 69.7 | 82.1 | 76.8 |
| III | 赤クローバー | 69.3 | 79.1 | 62.6 |
| | オーチャードグラス | 57.8 | 69.9 | 52.6 |
| IV | チモシー | 72.2 | 79.1 | 39.8 |
| | アルファルファ | 79.9 | 87.8 | 68.7 |

N 利用率は**第 10 表**に示す通り，クリムソンクローバー，白クローバー，アルファルファの順で，赤クローバー・オーチャードグラスはやや低く，チモシーは最も劣つており，この順は Biological value 測定値の順とほぼ同じであつた。

**(4) 生体重と Biological value との関連**

各試験期間（7日間）の生体重の増減は**第 11 表**に示す通りである。

試験牧草期の生体重は何れも増加を示し，試験兎が発育期にあることも考え併せると，この試験結果は明らかに発育の為の Biological value であると云うことができる。

**第 11 表** 生体重の増減 (g)

| 試験 | 兎番号 | 飼料 | 増減 | 飼料 | 増減 | 飼料 | 増減 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 1 | 白クローバー | +100 | オーチャードグラス | +170 | 無蛋白 | − 40 |
| | 2 | 〃 | + 80 | 〃 | +190 | 〃 | + 10 |
| II | 3 | 赤クローバー | +150 | クリムソンクローバー | +140 | 〃 | + 20 |
| | 4 | 〃 | +150 | 〃 | +100 | 〃 | + 30 |
| | 5 | 〃 | +120 | 〃 | + 40 | 〃 | − 50 |
| III | 6 | 赤クローバー | + 70 | オーチャードグラス | +120 | 〃 | + 50 |
| | 7 | 〃 | + 60 | 〃 | + 80 | 〃 | + 20 |
| | 8 | 〃 | + 80 | 〃 | + 70 | 〃 | +120 |
| IV | 9 | チモシー | + 90 | アルファルファ | +120 | 〃 | − 70 |
| | 10 | 〃 | + 30 | 〃 | +140 | 〃 | − 40 |
| | 11 | 〃 | + 10 | 〃 | +150 | 〃 | −150 |

無蛋白飼料期の生体重は 150 g 減少から 120 g 増加まで種々の増減を示した。この増減は，摂食量・糞中代謝窒素量・尿中内因窒素量等との間に顕著な関連は見られなかつた。

## IV. 要　　約

生長時の家兎を使用して6種類の青刈牧草蛋白質の Biological value を窒素出納試験法で測定し，次の結果を得た。

(1) 平均 Biological value はクリムソンクローバーが 93.6 で最も高く，以下白クローバー 86.2 でこれに次ぎ，アルファルファ・オーチャードグラス・赤クローバーは 68.5〜79.1 でやや低く，チモシーは 49.0 で最も低かつた。

(2) Biological value 測定値は消化率に較べると個体による差異がかなり大きく，測定法について今後検討する余地がある。

(3) この測定値を乾草についての従来の報告に較べると，同一牧草では生草の方がずつと高く，生草蛋白質の利用性の高いことが示された。

(4) 窒素の消化率及び真の消化率はアルファルファ・白クローバーが高く，オーチャードグラスは低く，他はその中間の値を示した。

(5) 窒素利用率は，牧草種類別に見ると最高 76.8 %，最低 39.8% で，Biological value とほぼ同じ順であつた。

## 引用文献

1) 広瀬，鈴木 (1955)：日畜会報，26，125.

2) MITCHELL, H. H. (1924)：J. Biol. Chem., 58, 873.

3) MITCHELL, H.H & T.S. HAMILTON (1928)：

Biochemistry of amino acids, New York.
4) MITCHELL, H. H. (1944): Ind. Eng. Chem. Anal. Ed., 16, 696.
5) PASSMORE, R. (1935): Biochem. J., 29, 2469.
6) RÖSE, W.C. (1938): Physiol. Rev., 18, 109.
7) SCHÜRCH, A. (1949): Schw. Landw. Monatshefte, 17, 24.
8) 田先, 杉崎, 大関, 荒井, 幸田 (1955): 新潟大農学部学術報告, 7, 139.
9) THOMAS, K. (1909): Arch. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., 25, 219.
10) WOODWARD, J. W. & C. M. MACY (1932): Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 30, 241.

**Résumé**

The biological values of protein of six sorts of green grasses and legumes were measured by the nitrogen balance procedure with eleven rabbits, and the following values were obtained: crimson clover 93.6, white clover 86.2, alfalfa 78.3, red clover 73.8, orchard grass 76.5, and timothy 49.0. These values were much higher than those of hay protein of the same grasses or legumes.

The apparent and true digestibilities of protein were highest in alfalfa and white clover, and lowest in orchard grass. The net nitrogen utilization values of those grasses and legumes which varied from 76.8 to 39.8 showed the same order as in the biological values.