

碩士學位 論文

# 고사리의 飼料化에 關한 研究

Studies on Utilization of Bracken Fern  
(*Pteridium aquilinum*) as a Ruminant Feed



濟州大學 大學院

畜產學科

梁 昌 範

1980. . .

認 准 書

고사리의 飼料化에 關한 研究

Studies on Utilization of Bracken Fern  
(*Pteridium aquilinum*) as a Ruminant Feed

指 導 教 授 鄭 昌 朝

이 論文을 農學碩士 學位論文으로 提出함

1980年 12月 日

제주대학교 중앙도서관  
濟州大學 大學院 畜產學科

梁 昌 範

梁昌範의 農學碩士 學位論文을 認准함

1980年 月 日

委 員 長

---

委 員

---

委 員

---

# 目 次

国文摘要	2
I. 緒 論	4
II. 研 究 史	6
1. 고사리 生態 및 化学的 組成	6
2. 中毒에 關한 研究	7
3. 고사리 除去 方法에 關한 研究	9
4. 飼養 試驗 및 Silage 製造	10
III. 材料 및 方法	12
試驗 1. 고사리의 植生 및 收量 調査	12
試驗 2. 고사리 사일리지의 緬羊 飼養 試驗	12
VI. 結果 및 考察	16
V. Summary	27
IV. 引用 文献	30

## 摘 要

自然草地에 널리 分布되어 家畜에게 有價植物로 알려져 있는 고사리 (pteridium aquilinum)의 飼料化를 爲하여 季節別 粗生 및 收量調査, 사일리지를 調製, 醱酵 期間中 有機酸 含量과 PH變화를 調査하였다. 아울러 고사리 사일리지의 飼料價値를 究明하기 爲하여 코리베일 (Corridale) 綿羊을 供試 飼養試驗을 逐行한 結果는 다음과 같다.

1. 自然草地的 主要草種의 粗生 構成率은 禾本科 45.8%, 고사리科 19.6%, 영커기科 7.3%, 荳科 3.7% 順이었으며 乾物收量 (平均 600.5 kg/ha)은 生育期間 및 調査地域에 따라 顯著的 差異를 보이고 있었다.
2. 고사리의 生育時期別 粗蛋白質 含量은 生育이 進行됨에 따라 減少 (20.7 → 4.3%) 하였고 粗纖維는 增加 (19.7 → 32.7%) 하는 傾向을 보였다.
3. 고사리 사일리지 調製後 有機酸 含量이 最大가 되는 時期는 醱酵 50日째 (26.4 mg/equi)였으며 有機酸 組成 比率은 乳酸 66.0~75%, 醋酸 27.0~34.0%이며 酪酸은 없었다.
4. 고사리와 고사리 사일리지의 in vivo 消化率은 胃內 醱酵 時間과 사일리지 醱酵日數가 길어짐에 따라 改善되고 있었다. (P < 0.05)

飼養試驗에서 고사리 사일리지의 D.M.I는 275 g/day, 乾物 消化率은 25.8%였으며 基礎 飼料로 쓰인 Pioneer수수 Silage는 D.M.I 1,143 g/day, 消化率은 50.2%로 고

사리 Silage의 消化率은 極히 낮았다.

5. 1사리 사일리지 給与時 平均 第1胃内 V.F.A. 濃度는 62.6  $\mu\text{mol}/\text{ml}$ 으로 V.F.A. 濃度가 最大로 되는 時間은 飼料 給与 後 5時間째 (70.4  $\mu\text{mol}/\text{ml}$ )인 反面 Pioneer 수수 Silage의 平均 V.F.A. 濃度는 97.2  $\mu\text{mol}/\text{ml}$ 였으며 V.F.A. 濃度가 最大로 되는 時間은 1時間째 (123.3  $\mu\text{mol}/\text{ml}$ )로 胃内 醱酵 속도 역시 遲延되고 있었다.

## I . 緒 論

牧野草類中 높은 比率을 차지하고 있는 고사리는 家畜이 잘採食하지 않으며 有毒植物로서 現在까지 알려져 왔다. 無性繁殖을 통하여 繁殖되고 있는 고사리는 4月 부터 10月까지 自然草地에서 生育되고 깊은 根莖을 가져 人爲的인 除去가 어려우며 除草劑에 依한 除去도 큰 效果를 얻지 못하여 自然草地와 改良草地의 生産性을 低下시키는 障害植物로 이의 除去는 오랜 期間 研究의 對象이 되고 있다.

濟州 牧野地는 韓國內에서 가장 높은 고사리의 分布를 이루고 있으며 海拔 200 m에서 600 m에 이르는 牧野地帶의 어느곳에서나 고사리는 自生되고 있는 実情이다. 이와같은 고사리의 높은 優占度는 放牧家畜에 依해 採食되지 않아 그 繁殖은 더욱 旺盛해지며 계속적인 牧野地의 火入에 依해서도 他草種은 衰退하나 宿根性인 고사리는 生存이 可能해진 다는데 그 原因이 있다.

고사리의 生育開始期間은 他野草보다 빨라 이른 봄부터 生育되며 高温下에서도 生育이 可能하여 牧草의 夏枯期間中에도 계속 生育됨으로서 放牧家畜이 採食, 中毒症을 誘發하는 경우가 많다.

고사리 中毒을 일으키는 家畜은 大部分이 海外 또는 고사리 採食의 機會가 없었던 他地域에서 導入된 家畜들로서 乳牛와 肉牛에 限定되고 있으며, 在來 家畜인 濟州韓牛, 濟州馬, 또는 이 地域에 適應한 家畜은 거의 그 被害를 볼 수가 없다. 1978年度 以後 海外로 부터 導入된 乳牛와 肉牛는 고사리의 毒性을 分別하지 못

하여 相当수가 고사리 採食으로 因하여 斃死하였으며 1979年度만  
도 31頭의 乳牛와 肉牛가 고사리 中毒으로 斃死되어 앞으로 고  
사리의 除去와 이의 豫防에 關한 研究는 畜産開發을 爲해 重要한  
課題로 되어있다.

本研究는 고사리의 効率的인 除去 方法으로서 고사리 Silage  
利用 可能性을 究明, 草地의 生産性を 높이고 安全한 家畜導入 方  
案을 摸索하기 爲하여 遂行하였다.



## Ⅱ . 研 究 史

### 1 . 고사리의 生態 및 化學的 組成

고사리 (pteridium aquilinum) 는 참고사리科에 屬하는 多年生 宿根草로 이른봄부터 늦가을까지 山野에 生育되며 北極, 南아프리카 地域을 除外한 全世界에 広範圍하게 自生하고 있는 羊齒類로 알려져 있다.

우리나라에 自生하는 고사리科 (Pteridaceae) 에는 23 種이 있으며 그중 濟州地方에 主로 分布되고 있는 것은 고사리 (Pteridium aquilinum) 이며 陽地 植物로 짧은 地下莖을 갖고 있으며 葉柄은 길이 20~80 cm로서 연한 벗짚色이고 羽片 밑을 除外하고는 鱗이 없으며 葉身은 卵狀 三角形으로서 길이와 나비가 50 cm 内外이며 孢子囊이 달려있는 孢子繁殖을 하는 植物로 알려져 있고 (李, 1980) 染色体 數는  $2n = 52$  (Manton, 1950) 이다.

고사리는 降雨量이 年間 20 인치 以下인 地域에서는 分布가 거의 없고 (Gron, 1941) 土壤 pH가 5.5~7.7 範圍에서 孢子的 繁殖과 生育이 좋다는 報告도 있다. (Conway, 1957)

고사리의 成長은 日照量과 密接한 關係를 가져 日照量의 增加는 45%의 成長 增加를 가져오며 (Burke, 1953) 成熟된 고사리의 根莖 (Rhizome) 은 서리 (零下 5℃以下) 에는 適應力이 弱한 것으로 알려져 있다. (Braid, 1940)

Bery (1918) 등은 化學的 組成分에 關한 研究에서 葉狀体内에 potash 含量이 많으며 季節的으로 4月中 그 含量이 높고

成熟될수록 낮아지나 肥料로 利用되는 植物中 가장 potash 含量이 많다고 報告하였다.

Harlow 等 ( 1938 ) 은 고사리의 cellulose 는 木綿과 類似하고, Smith 等 ( 1944 ) 에 依하면 carotene 과 蛋白質 含量으로 보아 食用이 可能하다고 한 反面 葉狀体와 羽狀複葉에 lignin 含量이 他植物보다 많아 食用價值가 낮다는 報告도 있다. ( Ferguson 等, 1944 )

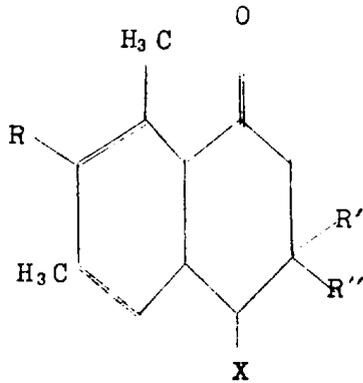
幼熟고사리의 一般成分 分析에서 岩田 ( 1972 ) 는 水分含量은 대단히 높고 ( 88.6 % ) 蛋白質 2.3 %, 脂肪 0.4 %, 炭水化物 7.5 %, 灰分 1.2 %로 蛋白質과 脂肪含量은 다른 植物에 비해 매우 낮음을 報告하였다.

## 2. 고사리 中毒



고사리 中毒에 関한 研究는 많은 研究者에 依하여 遂行되고 있으며 繼續 그 毒性에 對하여 추적되고 있다. Couch ( 1937 ) 는 고사리의 微量元素中에는 不明한 毒成分 및 消化妨害因子가 있다고 報告하였으며 組成分中 tannin이 中毒原因 ( Shearer, 1945 ) 으로 推定되었고 Wang 等 ( 1976 ) 은 고사리內에서 發癌性 tannin을 分離하였으며 alkaloides 와 glucocides 를 추출 ( Payton, 1949 ) 및 抗 thiamine 物質을 發見 ( Weswing 等, 1946 ) 한 바 있다.

고사리의 毒成分의 分離는 70年代 以後에 活潑하게 研究되어 Yoshihira 等 ( 1971, 1972 ) 이 1 - Indanone 誘導體 分離를 시도하여 기본 構造를 다음과 같이 規定한바 있다.



또한 pterosin A.G 및 Z를 分離시켰으며 Hikino等 (1970, 1971, 1972)은 pteroside B ( $C_{26}H_{28}O_7 \cdot H_2O$  M.P.  $117 \sim 121^\circ$ ) 및 glycoside 構造 解明, pteroside Z ( $C_{15}H_{20}O_3$ ), pteroside D ( $C_{15}H_{20}O_3$  M.P.  $193 \sim 194^\circ$ ) 및 pteroside A ( $C_{15}H_{20}O_3$ , M.P.  $129 \sim 130^\circ$ )와 C ( $C_{15}H_{20}O_3$  M.P.  $158 \sim 170^\circ$ )를 分離 構造를 밝혀낸바 있다.

Fukuoka等 (1972)은 pterosin J.K 및 L等を 分離하였으며 McMorris等 (1977)은 pterosin F도 分離 報告하였다.

Pamuku等 (1978)은 中毒症에 關한 젖소의 膀胱內에서 diethyl ether와 ethyl acetate가 兪見되어 中毒 誘發 原因이 아닌가 推測된바 있다.

臨床學的 研究로서 고사리 中毒 症狀은 소에 있어서 特히 많이 發生되며 血液中 heparin數의 增加로 因한 血液凝固 不全 (Evans等, 1964, Yamane等 1974)과 脾脫疽 (McCowen, 1915) 膀胱腫等이 發生 (Evans 1958, 1966) 되었다는 報告와 金等 (1975)은 新鮮한 고사리 綠色잎을 급여시 血便, 血尿 및 貧血等 消化器 및 呼吸器 障害가 發生하였다는 報告도 있다. 最近 中村 (1980)가 發表한 牧野地에서 中毒 發生 要因은 牧草의 生育과 密接한 關係를 가지며 고사리의 累積採食量이 體重의 30% 以上일때는 骨髓機能 低下 및 膀胱에 腫瘍이 發生되었다고 하였다.

또한 달에 있어서는 Aneurinase에 依한 Vitamin B<sub>1</sub>의 欠乏 (菊池, 1957)과 緬羊에 있어서는 소보다 中毒現象이 덜하다는

報告(Perkins, 1950)와 腸癌과 膀胱癌이 誘發되었다는 報告도 있다. (Evans等, 1966)

豫防對策으로는 刈取除去와 放牧의 調整등이 最善의 方法임을 提示하였다. (中村, 1980)

### 3. 고사리 除去 方法

고사리 除去方法으로서는 除草劑가 많이 使用되어 왔으며 Davies等(1950)은 2% NaOH 용액을 acre당 1.5 cwt 撒布時 2年間の 抑圧效果가 있었으나 그후 再生되었다고 하였으며 Forrest(1959)는 acre당 NaOH를 500lbs 使用時 97% 程度 除去效果가 있다고 報告하였다. 또한 Edward等(1959)은 2,4-D+sodium borate를 acre당 450 lbs 撒布時 90% 以上이 除去가 可能하였으나 2~3年後에 再生되는 短点이 있다고 지적하였다.

最近에 歐美地域에서는 除草劑로서 農家에서 広範圍하게 利用되고 있는 asulam을 고사리 除去에 많이 利用하고 있다.

Davies等(1977)은 고사리 分布度가 높은 地域에 asulam을 ha당 4.5 kg (물 448 l + asulam 4.5 kg) 撒布時 98% 減少效果가 있었다는 報告도 있으며 William(1977)은 asulam 4.5 kg/ha 과 glyphosate 2.0 kg/ha를 使用한 結果 gly-phosate가 除去에 보다 效果的이라고 報告하였다.

이밖의 除去方法으로 牧野地에 소를 放牧시킨후 이어 緬羊을 過放牧시켜 고사리 生育 및 繁殖을 抑制하는 方法(Milton, 1940, Clouston等, 1950)이 報告된바 있으며 Smith(1928)

Wallace ( 1931 ) 等은 여름제取가 再生力을 보다 많이 抑制시켜 준다는 報告도 있었다. Fail ( 1958 ) 은 rotary로 地下 10 inch 깊이로 6月~10月 사이에 耕耘하여 주면 고사리 根莖을 除去하는데 效果的이라고 하였고, 7~8月中 耕耘시킬 境遇 고사리 根莖은 약화되고 繁殖率은 낮아지나 再生力 防止에는 큰 效果가 없었다는 報告도 있다. ( Griffith, 1938 )

#### 4. 飼養試驗 및 Silage 製造

고사리의 飼料利用 試圖는 1910年代부터 始作되었으며 고사리의 NaOH 處理 ( Smith, 1928 ), 加熱處理 ( Norsk, 1942 ) 等 이 소의 嗜好性을 向上 및 可消化 蛋白質의 消化를 增加시켰다는 報告가 있다.

또한 고사리의 根莖은 多量의 澱粉을 含有하고 있어 獨逸 및 호주에서는 養豚飼料로 適合하였다는 Hendrick ( 1919 ) 의 報告도 있었으나 家禽飼料로서는 不適當 하다는 것이 지적되고 있다. 그러나 生고사리의 草食家畜 飼養試驗은 大部分이 嗜好性 및 消化率의 低下로 飼料利用이 不良함을 提示한바 있다.

消化率 및 嗜好性 向上을 爲한 고사리 Silage 製造는 1887年 McDonald 에 依해 試圖되었으며 Silage 製造時 空氣排除의 難點으로 良質 Silage 製造가 어렵다는 것이 여러 研究者에 依해 確認된 바 있다. ( Aitken, 1888, Fenton, 1941, Toeher, 1941 ) 아울러 Braid ( 1947 ) 는 고사리 Silage 製造에 있어서 실패 또한 報告한 바 있다.

그러나 Maksimoff ( 1936 ) , Ferguson ( 1944 ) 등은  
Silage 製造의 可能性을 提示하였으나 嗜好性이나 消化率은  
改善되지 않았음을 報告한 바 있다.



### Ⅲ. 材 料 및 方 法

#### 試驗 1. 季節別 植生 및 収量 調査

調査 対象地인 東部 ( 南元 ) 및 西部地域 ( 중문 ) 에서 每月 1 회 에 걸쳐 Peterson 및 Chamblee ( 1955 ) 의 調査 方法에 依해 1 m × 1 m Quadrat 를 任意로 설치하여 草種 및 草長을 測定하였다. Quadrat 內 全草種은 地上 5 cm 部位로 刈取하여 生草収量을 測定하였으며 草種을 分類, Dry oven ( 105 ℃ ) 에서 24 時間 乾燥, 秤量하여 各草種別로 乾物의 百分率을 求하였다.

#### 試驗 2. 고사리 사일리지의 緬羊 飼養 試驗

##### (1) 사일리지 材料 및 調製

飼養試驗用 高사리 사일리지는 展開期인 7 月을 挾하여 刈取, 이를 Cutter 로 5 cm 로 切断, 1 % 程度를 既存 口型 Silo 에 充填, 鎮壓 醱酵 6 個月後에 給与를 開始하였다.

사일리지 醱酵過程中 有機酸 含量 및 pH 變化, 熟成期別 消化率을 測定하기 爲하여 別途로 實驗室內에서 標本瓶 ( 20 cm × 60 cm ) 3 個를 利用, 分析用 Silage 를 調製 하였다.

試驗期間中 給与하였던 基礎 飼料인 Pioneer 수수 Silage 는 濟州試驗場에서 越冬 飼料로 調製하였던 것을 利用하였다.

##### (2) 供試畜 및 試驗區 配置

平均 体重이 72 kg 인 코리데일 成緬羊 ( ♂ ) 3 頭를 供試 하여

代謝학에 收容하였으며 그中 1頭는 Rumen fistula 를 施術 Rumen 内の 變化를 測定하기 爲하여 配置하였다. 試驗區는 고사리 사일리지의 採食量 및 消化率을 測定하기 爲하여 3 反復으로 配置하고 아래 項目을 調査하였다.

a. 実験室内 実験

- ① 고사리 및 고사리 사일리지의 一般成分 分析
- ② 고사리 사일리지의 發酵過程에 따른 有機酸 含量과 pH變化
- ③ 고사리의 時期別 發酵日數에 따른 Dacron bag 消化率

b. 飼養 試驗

- ① 고사리 사일리지 및 Pioneer 수수 Silage 의 任意攝取量 調査
- ② 飲水量 調査
- ③ 消化率 測定
- ④ Rumen V.F.A 및 pH 變化
- ⑤ 体温 및 生理的 變化 觀察

(3) 飼料給与 및 管理方法

供試緬羊은 個別代謝 케이지에 收容하였으며 試驗開始 1週日 前부터 케이지 飼育에 適應시켰고 1日 2回 (09:00~17:00)의 飼料給与와 2回給水를 行하였다. 供試飼料의 給与開始前 10日 間을 Pioneer 수수 Silage 를 無制限 給与시켰고 Transition Period (10日間) 를 거쳐 21日째 부터는 고사리 사일리지로 完全 代置 시켰다. 糞 및 尿의 採取는 09:00에 總排泄量을

測定 그중 10%을採取 -20℃인 冷蔵庫에 貯藏하였고 試驗 이 끝난 後 糞은 60℃에서 48時間 乾燥 後 乾物量을 測定 하였다.

(4) 分析 方法

① 一般成分 分析: AOAC 分析法 ( 1975 )

② 乾物 消化率: Dacron bag 消化率 ( Hopson, 1963) 및 全糞 採取法 ( 森本, 1971 )

③ 有機酸 分析 ( Flieg法, 1938 ): 細切한 Silage 100g 을 1000 ml 플라스크에 넣고 증류수를 채워 振盪後 冷蔵庫에 12時間 放冷하여, 여과 ( T.No.5A) 후 500 ml 의 둥근 플라스크에 200 ml 의 濾液을 넣고 진한황산 5 ml 와 砒石을 epper 정류장치에 넣어 20分內에 100 CC 를 증류하였고 다시 100 ml 의 증류수를 둥근플라스크에 加해 2회와 3회의 증류액을 100 ml씩 받았다. 残留液에 5 ml 의 크롬酸液을 加하여 15分間 끓인후 100 ml 의 증류수를 加해 100 ml 를 증류하였다. 各 증류液을 phenolphthalein 指示藥으로

1/20 N 尙正소다 용액으로 적정, 적정치를  $D_1, D_2, D_3, D_4$  로 하였다. 증류용액의 적정치로 다음과 같이 有機酸 含量을 계산하였다.

$$\text{醋酸: } E ( ml N / 20 ) = 3.729 ( D_2 + D_3 ) - 1.001 D_1 \dots \times 0.0150 ( \% ) \dots \times 16.658 ( mg \text{ 当量} )$$

$$\text{酪酸: } B ( ml N / 20 ) = 1.840 D_1 - 2.076 ( D_2 + D_3 ) \dots \times 0.0150 ( \% ) \dots \times 11.356 ( mg \text{ 当量} )$$

乳 酸 :  $M ( ml N / 20 ) = 2.434 D_4 - 0.186 E$

.....  $\times 0.0225 ( \% )$  .....  $\times 11.105 ( mg \text{ 当量 } )$

④ Total V.F.A ( Markham 1942 and McAnally 法 1944 ):

1 ml의 反芻胃液과  $MgSO_4$  1 ml를 Markham Still 에 주입 후  
15 分間 증류, 증류액 ( 90 ml ) 에 Phenol red ( 2 방울 ) 를 첨  
가 후  $CO_2$  air bubbling 을 통과시켜  $NaOH ( N / 50 )$  로 적  
정한 다음 Acetic basis 로 계산하였다.



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

## IV . 結 果 및 考 察

### 試驗 1 . 고사리의 植生 및 收量 調査

自然 草地内에서 고사리 生育은 4月부터 9月까지 進行되고 있었으며 9月 下旬부터 自然 枯死되는 현상을 볼 수 있었고 生育 時期別 草長은 表 1에 提示된 바와 같다.

Table 1. Plant height of the bracken fern (cm)

Growing stage. Location.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Mean
A	15.9	22.8	36.5	45.8	58.9	75.5	42.5
B	14.1	33.5	37.5	45.5	60.6	68.2	43.3

고사리의 成長은 生育 初期 및 7月~8月 사이에 가장 높았 으며 이는 7月下旬부터 夏枯를 시작하여 8月에는 枯死率이 높은 改良 牧草와는 相反되는 현상을 보이고 있었다.

調査 地点内 高사리의 6個月間의 平均 草長은 43.0 cm 로서 外國에서 報告된 60 ~ 90 cm ( Braid 等 , 1943 ) 와 比較할때 짧 았으며 이는 土質과 氣候의 差異에 따른 高사리의 生育 狀態에 基因된 것이라 思料된다.

調査 地域에서 採集된 草種은 64 種으로 其中 禾本科 13 種, 荳科 8 種, 엉거시科 12 種, 其他 31 種으로 大部分 多年生 草種 으로 構成되어 있었다. ( 表 2 )

Table 2. Botanical composition of natural pasture. (%)

Cutting stage	Area A			Area B			Mean
	Jul.	Aug.	Sep.	Jul.	Aug.	Sep.	
<u>Poaceae</u>							
<u>Imperata Cylindrica</u>	40.5	30.7	30.6	15.4	28.7	44.5	31.7
<u>Zoysia japonica</u>	2.1	2.4	1.1	4.9	5.3	1.1	2.8
<u>Miscanthus sinensis</u>	7.2	20.2	16.2	0.2	0.1	3.0	7.8
Others	0.6	2.1	4.1	6.9	2.9	4.0	3.4
Total	50.8	55.4	52.0	27.4	37.0	52.6	45.8
<u>Fabaceae</u>							
<u>Lespedeza cuneata</u>	1.0	0.9	0.4	5.5	3.1	1.7	2.1
<u>Lespedeza pilosa</u>	0.1	0.1	0.0	0.6	2.5	0.2	0.6
Others	0.1	1.9	0.4	0.4	0.8	2.9	1.1
Total	1.2	2.9	0.8	6.5	6.4	4.8	3.7
<u>Carduaceae</u>							
<u>Artemisia japonica</u>	0.1	0.5	0.4	3.9	3.3	7.4	2.6
<u>Cirsium rhinoceros</u>	0.8	0.1	2.4	5.4	2.5	0.4	1.9
Others	4.1	0.6	4.9	3.5	0.9	2.4	2.7
Total	5.0	1.2	7.7	12.8	6.7	10.2	7.3
<u>Pteridaceae</u>							
<u>Pteridium aquilinum</u>	34.0	17.1	29.0	12.3	17.0	8.9	19.6
Dead swards	7.6	22.3	9.8	26.6	24.8	22.0	19.0
Others	1.4	1.1	2.7	14.5	8.1	1.5	4.6

植生 構成 比率은 禾本科 45.8%, 荳科 3.7%, 엉거시科 7.3%, 고사리科 19.6%, 其他 23.6%로 構成되고 있었으며 特히 荳科와 고사리는 調査 地域間에 構成率에 있어 현저한 差異를 보이고 있었다. 고사리 構成率(平均 19.6%)은 調査地域, 時期, 調査 方法等 差異가 있기는 하나 鄭(1968)의 調査된 12%와 뉴우질란드 地域의 10% (Aitken, 1946)를 比較할때 다소 構成率이 높음을 알 수 있었다.

또한 7月中旬에 고사리 構成率(23.2%)은 가장 높아 中村(1980)가 報告한 夏期 고사리 優占으로 因한 放牧家畜의 고사리 中毒 유발의 原因이 되고 있음을 뒷받침하여 주고 있었다.

고사리의 時期別 收量은 表3에 提示된 바와 같다.

Table 3. Green matter and dry matter yields of the bracken fern (kg/ha)

Cutting stage. Location.	G.M.				D.M.			
	Jul.	Aug.	Sep.	Mean	Jul.	Aug.	Sep.	Mean
A	1833	1417	3635	2285	558	658	1107	774
B	846	1136	1408	1130	338	427	516	427

單位 面積當 고사리의 生草 收量(平均 1,707 kg/ha) 및 乾物 收量(平均 601.0 kg/ha)은 生育이 進行됨에 따라 增加되는 傾向을 보이고 있었으며 調査 地域間에도 현저한 差異를 나타내고 있음을 알 수 있었다.

고사리의 季節別 組成分 變化는 表4와 같다.

Table 4. Seasonal chemical composition of bracken fern (%)

Cutting stage.	Crude protein	Crude fat	Crude fibre	Crude ash	N.F.E.
Apr. 25.	20.7	0.2	19.7	7.1	52.3
May 25.	19.6	0.8	20.8	7.0	51.8
Jun. 25.	17.9	0.6	23.8	6.9	49.8
Jul. 25.	9.3	0.7	33.2	7.6	49.2
Aug. 25.	8.2	0.4	31.5	6.5	53.4
Sep. 25.	4.3	0.2	32.7	7.1	55.7
Mean	13.33	0.48	26.94	7.03	52.04
D.M. basis					

고사리의 季節別 組成分中 粗蛋白質은 4月 25日 刈取가 20.7% (D.M. basis)로 가장 높았고, 生育이 進行됨에 따라 減少하는 傾向을 나타내고 있으나 7月 以後 급격한 減少를 보이고 있었다. 反面 粗纖維 含量은 生育 初期에 19.7% 였으나 生育이 進行되면서 漸次 增加하고 있었으며 그 밖의 成分은 季節에 따라 큰 差異를 보이지 않았다.

이와 같은 現象은 野草의 生育 時期別 組成分 變化 (金等 1968; 尹等, 1968; ; 韓等, 1971)에서 禾本科 野草類의 成分의 變化와 같은 傾向을 보이고 있었다.

## 試驗 II . 고사리 사일리지의 緬羊 飼養 試驗

고사리의 一般成分은 다음과 같다. (表 5)

Table 5. Chemical composition of bracken fern

Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude fibre	Crude ash	N.F.E.
60.75	5.24	0.21	10.59	2.76	20.45

粗蛋白質은 野草의 一般成分 調査 (韓等, 1971) 에서 濟州地方에 많이 自生하고 있는 역새와 比較할때 고사리 (5.24%) 가 역새 (2.86%) 보다 높았고 그밖의 組成分은 큰 差異가 없었다 禾本科 野草中 粗蛋白質 含量이 높다는 달뿌리 풀과 組成分이 類似하였다.

고사리 사일리지의 一般 組成分 (表 6) 中 粗蛋白質과 粗纖維 含量은 各各 5.06%, 8.43%로 生고사리 (5.24%, 10.59%) 와 큰 差異가 없었으나 N.F.E. 는 9.16%로 生고사리 20.45%

Table 6. Chemical composition bracken fern silage and Pioneer sorghum silage (%)

Diets	G.M. basis						D.M. basis				
	Mois- ture	Crude Prot- ein	Crude fibre	Crude fat	Crude ash	Crude N.F.E	Crude Prot- ein	Crude fat	Crude fibre	Crude ash	Crude N.F.E
B.F.S.*	74.3	5.06	8.43	0.69	2.42	9.28	19.7	2.7	33.8	9.6	35.2
P.S.**	69.4	3.47	7.48	1.12	2.24	16.29	9.0	2.9	40.1	5.8	42.2
C.S.***	76.66	1.68	7.65	0.56	1.74	11.17	-	-	-	-	-

\* B.F.S.: Bracken fern silage. ( Ensiled on July )

\*\* P.S. : Pioneer sorghum silage

\*\*\* C.S. : Corn silage. Data from Livestock Experiment Station. 1972.

보다 훨씬 적어 사일리지 調製로 因해 N.F.E.의 損失이 있었던 것으로 推定된다. 한편 Pioneer 수수 silage의 組成分中 粗蛋白質 (3.47%), 粗脂肪 (1.12%), 粗灰分 (2.24%) 등은 옥수수 silage에 비해 높은 傾向을 나타내고 있었다.

고사리 사일리지의 熟成 日數에 따른 有機酸의 變化는 表 7에 提示하였다.

Table 7. Organic acid composition of bracken fern silage

Stage of fermentation	Org. Acid	Cont-ent (%)	mg. equi	Total (mg epui)	mg. E-quit-otal (%)	pH	Flieg score	Grade
D*10	Lactic. A.	0.365	4.053		69.9			** V.G.
	Acetic. A.	0.110	1.832	5.885	30.1	5.7	88	
	Butyric. A.	0.000	0.000		0.0			
D 20	Lactic. A.	0.935	10.385		72.9			
	Acetic. A.	0.232	3.865	14.248	27.1	5.2	95	V.G.
	Butyric. A.	0.000	0.000		0.0			
D 30	Lactic. A.	1.095	12.160		69.8			
	Acetic. A.	0.315	5.247	17.407	30.2	4.8	88	V.G.
	Butyric. A.	0.000	0.000		0.0			
D 40	Lactic. A.	1.709	18.978		75.2			
	Acetic. A.	0.375	6.247	25.234	24.8	4.7	95	V.G.
	Butyric. A.	0.000	0.000		0.0			
D 50	Lactic. A.	1.553	17.246		66.0			
	Acetic. A.	0.548	9.126	26.375	34.0	4.4	88	V.G.
	Butyric. A.	0.000	0.000		0.0			
D 60	Lactic. A.	1.234	13.803		66.8			
	Acetic. A.	0.412	6.863	20.666	33.2	4.4	88	V.G.
	Butyric. A.	0.000	0.000		0.0			

\* Days.

\*\* V.G.: Very good

有機酸 含量은 醱酵가 進行됨에 따라 增加하고 있었으며 有機酸 含量이 最大가 되는 時期는 醱酵 50日째 (26.37 mg egul) 였었다. 또한 有機酸의 大部分은 Lactic acid와 Acetic acid였으며 그 比率은 平均 70:30였다.

熟成期間에 따른 pH變化는 初期 (pH 5.7)에서 부터 漸次 낮아져 醱酵가 끝난 60日째에서는 pH 4.4로 良質 Silage의 調製가 可能하였다. 다만 有機酸 含量으로 보아 Italian rygrass Silage (韓等, 1979)와 같은 牧草 Silage와 比較할때 多少 떨어지는 現象을 보이고 있었다.

고사리의 生育 時期別 Dacron bag 消化率 (表 8)은 生育이 進行됨에 따라 減少되고 있었으며 他 野草의 生育時期別

Table 8. Digestibility\* of the bracken fern according to cutting stage

Cutting stage	Digestibility** (%)
Apr. 25.	41.2 ± 2.81
May 25.	35.4 ± 0.58
Jun. 25.	35.0 ± 3.00
Jul. 25.	21.2 ± 4.14
Aug. 25.	29.6 ± 3.47
Sep. 25.	30.0 ± 2.00
Mean ± S.E.	32.1 ± 2.10

\* : Dacron bag digestibility (Fermentation time was 48 hr in the rumen).  
Mean of triplicate ± standard error.

\*\* : L.S.D for digestibility:  $P < 0.05 = 7.1100$

消化率의 變化 (朴等, 1971; 韓等, 1971)와 같은 傾向을 보 이었고, 特히 7月에 이르러 消化率이 低下된 것은 고사리의 木 質化가 最大로 이루어진 結果이며 그후 多少 改善되고 있음은

고사리의 二次 生長에 基因된 것이라 思料된다.

Table 9. Digestibility (Dacron bag) of the bracken fern silage (%)

Stage of fermentation	Digestion hours in the rumen		
	12 hr *	24 hr **	48 hr ***
D 10	13.21 ± 0.42	15.39 ± 0.79	16.73 ± 0.46
D 20	15.22 ± 0.58	18.90 ± 0.56	21.56 ± 0.76
D 30	14.78 ± 0.45	15.94 ± 2.24	21.66 ± 0.41
D 40	15.19 ± 1.04	16.34 ± 0.95	24.59 ± 1.36
D 50	20.30 ± 0.76	22.94 ± 1.37	25.51 ± 0.42
D 60	24.35 ± 0.51	25.73 ± 3.05	27.40 ± 2.15

\* : L.S.D. for digestibility  $P < 0.05 = 1.3008$

\*\* : "  $P < 0.05 = 5.2820$

\*\*\* : "  $P < 0.05 = 2.8849$

고사리 사일리지의 熟成 日數와 1 胃内 澱酵時間에 따른 消化率의 變化 (表 9) 는 熟成日數와 胃内 澱酵時間이 길어짐에 따라 消化率은 向上되고 있었다. 이와같은 現象은 消化率과 澱酵時間 사이에 높은 相関이 있다는 Hungate (1966) 의 報告와 一致하고 있다.

供試飼料의 攝取量 및 消化率은 表 10 에 提示하였다.

飼養試驗 期間中 고사리 사일리지의 頭當 平均 攝取量은 275g DM/day로서 Pioneer 수수 Silage 1,143 g DM/day에 比해 嗜好性이 極히 떨어져고 있음을 나타내어 이는 Ferguson(1944) 과 Wattson(1956) 이 指摘한 嗜好性의 低調와 같은 結果

Table 10. Intake and digestibility

Diets	D.M.I. (g/day)	Digesti- bility D.M. (%)	Digestibility (%)	
			Crude protein	Crude fat
B.F.S.* Mean ± S.E.	275 ± 67	25.8 ± 2.5	51.4 ± 2.50	31.1 ± 6.63
P.S.** Mean ± S.E.	1143 ± 131	50.17 ± 1.58	49.4 ± 9.96	37.5 ± 2.95

Digestibility (%)			D.C.P (Dry)	T.D.N
Crude fibre	N.F.E.	Crude ash		
40.5 ± 6.50	43.5 ± 5.35	35.3 ± 8.05	10.12	40.60
65.9 ± 7.15	71.2 ± 8.12	49.0 ± 7.82	4.45	53.14

\* B.F.S : Bracken fern silage.

\*\* P.S. : Pioneer sorghum silage

를 나타내고 있었다. 供試飼料 ( 고사리 사일리지 : Pioneer 수수 Silage ) 의 成分別 消化率은 粗蛋白質 51.4 % : 49.8 %, 粗纖維 40.5 % : 65.9 %, 粗脂肪 31.1 % : 37.5 %, N, F, E

43.5% : 71.2%, 粗灰分 35.3% : 49.0%로서 고사리 사일리지  
 가 粗纖維 및 N.F.E 消化率에서 월등히 떨어지고 있었다.  
 고사리 사일리지의 乾物 消化率은 不過 25.8%로 他 사일리지  
 에 비해 훨씬 낮아 앞서 提示한 粗纖維 및 N.F.E의 消化率  
 의 低下에 따른 原因으로 看做할 수 있다.

供試飼料 給与後 胃内 pH의 變化 (그림 1)는 고사리 사일리지  
 나 Pioneer 수수 Silage 모두 pH 6.8 内外로 큰 差異없이

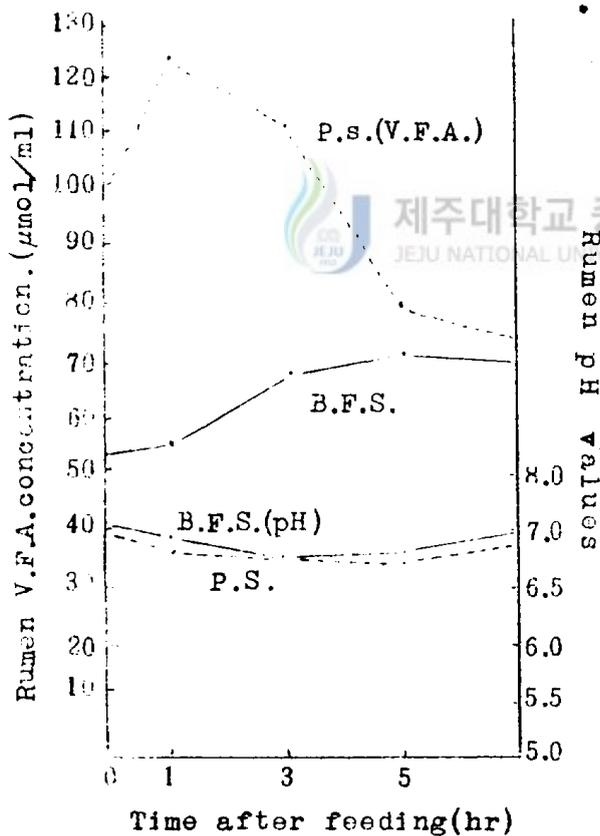


Fig. 1. Change in rumen V.F.A. concentration and pH values after feeding

(92.6 μmol/ml)에 비해 劣等하여 飼料價値가 떨어져 있고 있음을

胃内 buffering capacity가 良好함을 알 수 있었다.

또한 飼料給与後 胃内 V.F.A 濃度가 最大인 時間은

고사리 사일리지 給与後 5시간  
 채 (70.4 μmol/ml)였으며,  
 Pioneer 수수 Silage는  
 給与後 1시간째 (123.3 μmol  
 /ml로 고사리 사일리지의  
 胃内 濃度가 현저하게 지  
 연되고 있음을 提示하고  
 있었다. 아울러

고사리 사일리지의 胃内 平均  
 V.F.A 濃度 (62.6 μmol/ml)

역시 Pioneer 수수 Silage

나타내었다. Wheaten hay 給与 ( Gray等, 1951 )에서 胃内  
最大 V.F.A. 濃도가 飼料 給与後 3時間에 이루어지고 있었  
던 것과 比較할때 發酵速度나 V.F.A. 濃도는 대체로 低質  
粗飼料 보다 떨어지고 있었다. 飼養試驗期間中 飲水量은 平均  
頭當 1,200 ml / day였으며 体温은 平均 39.5℃로서 큰  
變動이 없었다.

얻어진 結果를 基礎로 고사리의 飼料利用 可能性은 Silage  
發酵過程을 거쳐 綿羊에게 給与할 수 있는 것으로 原料되며  
攝取量과 消化率의 向上을 爲한 研究는 계속 要求되고 있다.  
고사리內의 毒成分의 發酵過程中的 變化와 胃内微生物과의 關係  
도 계속 檢討되어야 할 것으로 보여진다.

## S u m m a r y

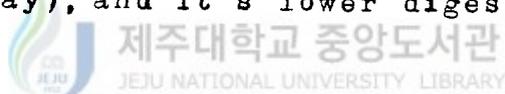
Two experiments were conducted to investigate the utilization of braken fern (pteridium aquilinum), which is the most wide-spread poisonous pasture species in Cheju Do. In Experiment 1, a seasonal botanical composition, dry matter yields and chemical properties of braken fern were determined. For it's utilization, a braken silage was fed to sheep to evaluate digestibility, VFAs production in the rumen and organic acids contents at the various stages of fermentation, in Experiment 2.

The results obtained are summerized as follow:

1. Botanical composition of major native pasture species were poaceae 45.8%: pteridaceae 19.6%: carducene 7.3% and fabaceae 3.7% respectively. Dry matter yield of braken fern(600.5 kg DM/ha) was increased as the growing stages progressed, and rapid growth was observed in April, June and July.
2. The chemical properties of braken fern varied widely according to it's stages of maturity. Crude protein contents gradually decreased(from 20.7% to 4.3%), while the reverse tendency occurred in crude fiber conte-

nts ( from 19.7% to 32.7% ) .

3. The peak organic acid formation during bracken fern silage fermentation was observed fifty days after ensiling. The major organic acid portions were lactic acid ( 66.0%~75.0% ), acetic acid ( 27.0%~25% ), butyric acid ( 0.0% ) respectively.
4. In Vitro digestibility of both the bracken fern and it's silage were affected by 1) fermentation time in the rumen and 2) fermentation time in silage (  $P < 0.05$  ). The feeding trial demonstrated the lower palatability of bracken fern silage ( 275 g DM /head/day), and it's lower digestibility ( 25.8% )
5. The total volatile fatty acid concentration in the rumen fed bracken fern silage was  $62.6 \mu\text{mol} / \text{ml}$  , and peak VFA production occurred five hours after feeding. However, higher VFA concentration (  $97.2 \mu\text{mol} / \text{ml}$  ) was observed in the rumen fed Pioneer sorghum silage



## VI . 参 考 文 献

1. Aitken, A.P. 1888. Stack silage made from brackens.  
Chem. Rep. Trans. High. and Agric. Soc. 20; 209-13.
2. A.O.A.C. 1975. Official Methods of Analysis (12th ed.)  
Washington, D.C.
3. Braid, K.W. 1940. The eradication of bracken. Scot. J.  
Agric. 23; 31-36.
4. Braid, K.W. 1947. Bracken eradication. Agric. Land.  
54; 112-115.
5. Braid, K.W. and E. Conway, 1943. Rate of growth of bra-  
cken. Nature. Land. 152; 750-751.
6. Burke, D.P.T. 1953. A study of the influence of light  
and soil properties on the growth of bracken (pteridium  
aquilinum). Mag. Blundells Sch. Sci. Soc. 8; 13-17.
7. Clouston, D. and G.J. Jamieson. 1950. More food from the  
hills. Trans. Highl. Agric. Soc. Scot. 62; 30-45.
8. Conway, E. 1957. Spore production in bracken. J. Ecol.  
45; 273-283.
9. Couch, J.F. 1937. The chemistry of stock-poisoning pl-  
ants. J. Chem. Educ. 14; 16-30.

10. Davies, G.M. and R.P. Davies. 1950. The control of bracken on unploughable land. *Agri. Lond.* 57;365-367.
11. Davies, G.E., D. Newbould and G.J. Baillie. 1977. The effect of controlling bracken on pasture production. *Grass and Forage Sci.* 34;163-171.
12. Dayton, W.A. 1948. Stock poisoning plants of the Eastern seaboard. *proc. Amer. Forest.* 222-232.
13. Edwards, W.J. and D. Montgomery. 1959. Chemical control of bracken. *Pest Technol.* 1(5);133-135.
14. Evans, W.C. 1964. Bracken Poison. *Farm animals. Vet. Res.* 76;365-369.
15. Evans, I.A. and B. Widdop. 1966. Carcinogenic activity of bracken. *Brit. E.C.R. Annual Rep.* P.377.
16. Fenton, E.W. 1941. Bracken possibilities potash, silage and manure. *Fmg News. Ednb.* 93;13-18.
17. Fail, H. 1958. Bracken- enemy of the farmer. *Retavator Pictorial (N.S)* 21;1 and 3-5.
18. Ferguson, W.S. and E.R. Armitage. 1944. The chemical composition of bracken. *J. Agric. Sci.* 34;165-171.
19. Ferguson, W.S. and O. Neave. 1944. Bracken ensilage. *J. Agric. Sci.* 34;172-175.

20. Flieg, O. 1938. Futterbanu, Gärfutterbereitung.  
2;121-128.
21. Fukuoka, M., Kuroyanagi, M. and M. Toyama, 1972. Pterosi-  
ns J.K. and L. and six acylated pterosins from brack-  
ken. Chem. Pharm. Bull. 20(10). 2282-2285.
22. Gray, F.V. and A.F. Pilgram. 1951. Exph. Biol. 28;83.
23. Griffith, M. 1938. Pasture improvement and eradication  
of bracken and rushes. Welsh. J. Agric. 14;176-181.
24. Groh, M. 1941. The distribution of bracken in its pos-  
sible relation to bovine haematuria in British. Col-  
umbia Sci. Agric. 21;703-710.
25. Harlow, W.H. and L.E. Wise. 1938. Contribution to the  
chemistry of the plant cell wall. VII. The cellulose in  
the rhizome of bracken fern. Amer. J. Bot. 25;217-219.
26. Hendrick, J. 1919. Bracken rhizomes and food value.  
Trans. High. and Agric. Soc. Scot. 31;277-286.
27. Hikino, H. and T. Taeko, 1970. Structure of Pteroside  
B, glycoside of pteridium aquilinum var. latiusculum.  
Chem. Pharm. Bull. 18(7), 1488-1489.
28. Hikino, H., T. Takahashi. and T. Takemoto. 1971. Struc-  
ture of pteroside and D, glycosides of pteridium aq-  
uilinum var. latiusculum. Chem. Pharm. Bull. 19(11) ;  
2424-2425.

29. Hikino, H., Takahashi, T and T. Takemoto. 1972. Structure of peroxide A and C, glycosides of peteridium aquinum var. latiusculum. Chem. Pharm. Bull. 20(1); 210-212.
30. Hungate, R.E. 1966. The rumen and its microbes. Academic press. Inc.
31. Hopson, J.E., R.R. Johnson and B.A. Dehority. 1963. Evaluation of the dacron bag technique as a method for measuring cellulose digestibility and rate of forage digestion. J. Ani. Sci. 22; 448-453.
32. Manton, I. 1950. Problems of cytology and evolution in the pteridophyta. Univ. Press. pp. 316. Cambridge.
33. Maksimoff, P.W. 1936. Bracken silage probe. Schiwotnow. 9; 154-155.
34. Markham, R. 1942. Biochem. J. 36; 790.
35. Mc Anally, R.A. (1944). J. Exp. Biol. 20; 130.
36. McDonald, A. 1887. Improvement of highland pasture without breaking it up. Trans. Roy. High. Agric. Soc. Scot. 19; 166-167.
37. McGown, J.P. 1915. Inquiry into braxy, with a note on 'grass-sickness' and 'gead-grit' in lambs and 'bracken poisoning' in cattle. Trans. Roy. Highl. Agri. Soc. Scot. 27; 54-141.

38. McMorris, T., M. Liu, and R. M. White. 1979. Studies on the pterodin and other Indanones related to the Illudins. *Lloydia*. 40(3);221-224.
39. Milton, W. E. J. 1940. The effect of manuring, grazing and cutting on the yield, botanical composition and chemical composition of natural hill pasture. *J. Ecol.* 28:326-56
40. Norsk Landbruk. 1942. Kan eimstapen brukes som for? (Can bracken be used as fodder?) *Norsk Landbr.* 8;389.
41. Pamuku, A. M., E. Erturk., 1978. Carcinogenic and mutagenic activities of Milk from cows fed bracken fern. (*Pteridium aquilinum*). *Cancer Res.* 38;1556-1550.
42. Perkins, L. E. 1950. Experiments on bracken poisoning. *Brit. Vet. J.* 106;377-385.
43. Peterson, R. G. and D. S. Chamblee. 1955. Optimum size of sample for hand preparation of forage crops into their component species in small plot experiments. *Agron. J.* 47;20-23.
44. Shearer, G. D. 1945. Some observations on the poisoning properties of bracken. *J. Comp. Path.* 55;301-307.
45. Smith, A. M. and Fenton, E. W. 1944. The composition of bracken fronds and rhizomes at different stages during the growing season. *J. Soc. Chem. Ind. Lond.* 63;218-219.

46. Smith, W.G. 1928. Notes on the effects of cutting bracken. Trans. Bot. Soc. Edinb. 30;3-12.
47. Tocher, J.F. 1941. The bracken problem. Trans. Roy. Mighl. Agric. Soc. Scot. 53;70-76.
48. Wallace, T. and A.W. Ling. 1931. Report of experiments on the eradication of bracken. J. Bath. W.S. Counties Soc. 5;70-91.
49. Weswing, P.M., A.M. Freed. and J.R. Maag. 1946. Antithiamine activity of plant materials. J. Biol. Chem. 165;737-738.
50. Williams, G.H.I. 1977. Qualitative effects of asulam and glyphosate on swards dominated by bracken J. of British Grassland Soc. 32;149-155.
51. Yamane, O., T. Hayashi. 1974. Studies on hemorrhagic diathesis in calves fed bracken fern coagulation defect. J. Jap. Vet. Med. Ass. 28;219-223.
52. Yoshihira, K., M. Fukuoka., M. Kuroyanai and S. Natori. 1971. 1-Indanone Derivatives from Bracken. Chem Pharm. Bull. 19;1491-1495.
53. Yoshihira, K., Fukuoka, M. Furoyanagi, M. and S. Natori. 1972. Further characterization of 1-Indanone derivatives from bracken. Cham. Pharm. Bull. 426-428.

53. 菊池賢一郎, 三浦定夫, 安田純夫, 村上大蔵, 1957. 馬の所謂築川病に南ちる研究, 馬に対するワラビ 給与試験. 岩大農学部報告. 3;77-92.
55. 金東岩, 韓仁圭, 李宗遠. 1968. 野草類의 生育 및 收量과 一般成分의 季節的變化. 農事試驗研究報告書 第11集. 4권; 171-180.
56. 金五南, 李政沢, 金炯均, 康太淑. 1975. 소의 고사리 中毒에 關한 實驗的 研究. 韓畜誌. 17(5);531-538.
57. 中村良一, 1980. 牛のワラビ中毒と慢性血尿症の研究 動向と問題点(1). 畜産の研究. 34(7);825-830.
58. 中村良一, 1980. 牛のワラビ中毒と慢性血尿症の研究動向と 問題点(2). 畜産の研究. 34(8);955-962.
59. 森本 宏. 1971. 動物營養試驗法, 養賢堂. 東京. 日本.
60. 朴信浩, 申正男, 金相詰. 1971. IN VITRO 發酵法에 依한 國産山野草의 地帶別, 品種別, 時期別 消化率의 變化. 農試研報. 14(畜産); 67-71.
61. 尹益錫, 1968. '새' 乾草의 調製時期에 依한 飼料價值比較 試驗. 韓畜誌. 10(1);66-68.
62. 岩田神之助, 1972. 牛ワラビ 中毒の 生化学. 獸畜新報. 581;1316-1319.
63. 鄭昌朝, 1969. Inclined Pinpoint Quadart Method에 依한 濟州牧野地 植生調査. 濟州大學 論文集 第1集. 283-294.

64. 韓貞大, 李種烈, 蔡賢錫, 1979. 材料이刈取時期, 細切 및 豫乾이 싸일레지 品質에 미치는 影響. 農試報告. 21;87-97
65. 韓仁圭, 朴信浩, 李榮商, 金圭錫, 安炯弘. 1971. 國產 野草類의 飼料的 價値에 關한 研究
- I. 野草類의 一般成分과 生育時期에 따른 成分變化에 關한 研究. 韓畜誌. 13(1);3-16.
66. 韓仁圭, 朴信浩, 李榮商, 安炯弘. 1971. 國產 野草類의 飼料的 價値에 關한 研究.
- IV. 野草의 消化率 및 可消化 營養素 測定에 關한 研究 韓畜誌. 13(3);201-211.

