

牛の実験的ソテツ中毒に関する病理学的研究

安田宣紘・河野猪三郎・清水 孜

(家畜病理学研究室)

昭和59年8月3日 受理

Pathological Studies on Cycad Poisoning of Cattle Experimentally caused by Feeding with Leaves of Cycad, *Cycas revoluta* Thunb.

Nobuhiro YASUDA, Isaburo KONO and Tsutomu SHIMIZU
(Laboratory of Veterinary Pathology)

緒 言

著者らは、沖縄県下の離島の放牧牛が、この地方に自生するソテツの葉を採食することによって後軀運動障害、角の脱落などの症状を呈する中毒性疾患について、その概要を前報で報告し、病牛の脊髄にみられる変状についても検討した^{5,7)}。しかしながら、これらの自然発症例は、発症状況、発症時期、ソテツの食跡など諸般の状況からの推論と外国における既報の中毒例との類似性に基づき、“ソテツ葉を採食したことによる中毒症”と判定されたものであり、確証を得るためには実験的に発症させ、その因果関係を明らかにする必要がある。

今回、黒毛和牛2頭にソテツ葉を採食させ、実験的にソテツ中毒を発症させた。本実験例と自然発症例とを臨床的、血液生化学的および病理学的に比較し、また、ソテツ葉の採食量と臨床症状、病変との関連性について検討を試みたのでここに報告する。

材 料 と 方 法

実験に供した2頭の牛は、共に12カ月齢の雌の黒毛和種で、第1例は鹿児島県日置郡産、体重170 kg、第2例は同県大隅町産、体重169 kgであった。これらの牛は発育状態はやや悪いが、臨床的にも血液生化学的検査においてもとくに異常は認められない健康なものであった。用いたソテツ葉は本学構内に栽植されているソテツ (*Cycas revoluta* Thunb.) から若い葉を投与直前に採取し、葉部分を長さ約2 cmに細切して、乾草、稲藁、配合飼料と混ぜ、1日に2回与えた。とくにソテツ葉は若い新鮮なものを与えるように注意した。投与量は急性中毒に留意し、牛体重1 kgに対し1日当たり約1.5 gを目安として、第1例は1983年8月1日より、第2例は同年10月17日より投与を開始した。投与は症状が発現するまで連続して行った。

臨床的検査は1日朝夕2回歩行運動をさせ異常歩様の出現の有無について観察し、血液生化学的検査は投与開始1週間前より剖検時まで7日間隔で採血した血液について実施した。GOT, GPT, γ -GTP, Al-P, BUN, T. P., ChE は RaBA-SUPER システム (中外製薬) によって測定し、Mg と Ca は蛍光法 (Ca-Mg メーター, 常光), Na と K は電極法 (Na-K アナライザー, 常光) により測定した。牛ははっきりとした症状を確かめた後、第1例については84日目、第2例は22日目に頸動脈放血により殺処分した。死後直ちに剖検を行い、肉眼的観察の後、各臓器を10% 緩衝ホルマリン液で固定し、パラフィン包埋、H-E染色を施した。脊髄については各部位より薄切標本を作製し、前報と同様にLFB, PAS, azan, PTAH, Holmes, Holzer, sudan III などの各種染色を行い鏡検に供した。

結 果

第1例

1. 採食状況と臨床的所見

本例は食欲旺盛な牛であったが、実験開始当初はソテツ葉の採食を嫌い、残餌中に多くのソテツ葉がみられた。しかし1週間目頃より与えたソテツ葉を残さず採食するようになった。ソテツ葉の投与量は1日当たり平均263 gで、これを朝夕2回に分けて採食させた。投与開始34日目に軽度ではあったが歩行に異常がみられ、36日目には、長い距離を歩行させると後軀のふらつきや懸垂跛行がみられ、後退、急旋回などの運動において明らかな異常を示した。この時点で発症したものと判断し、ソテツ葉の投与を中止した。ソテツ葉の総投与量は9465 gで、牛体重1 kgに対する1日当たりの平均投与量は1.49 gであった。実験期間中体重の変動は少なく、開始時の体重が170 kgで、終了時の体重が177 kgであり、わずか7 kgの増体がみられ

たのみであった。発症後 82 日間症状を観察した。後軀の異常は自然発症例のものと比較するとやや軽度なものであったが、発現状態は全く同様なものであり、症状の進行も回復も認められなかった。症状発現時より両側の角に擦過痕が目につくようになった。これは起立する際に後軀で体をささえきれず、転倒し、牛舎内の壁、床に角が衝突するために生じたものであることが判明した。しかし、角は剖検時までしっかりとしており、ぐらつくこともなく変形、脱落の徴候は認められなかった。全身の知覚についても検査したが、とくに異常はみられなかった。本例は自然発症例との比較に主眼をおき、前報の自然発症例とほぼ同程度の経過観察期間をとおしてから殺処分し、剖検した。血液生化学的検査では、Table 1 に示すように投与前、投与期間中、発症時、剖検時を通じてとくに顕著な変化はみられなかったが、 γ -GTP の軽度な上昇が投与後 1 週間目と 2 週間目にみられ、実験期間中軽微ではあるが漸次 ChE の低下する傾向がみられた。

2. 病理解剖学的所見

剖検時体重 177 kg で、栄養状態不良であった。前、後肢関節部外側の皮膚および尾根部に擦過傷がみられ、両側角表面にも外傷が認められた。開腹すると腹水、胸水の増量がみられ、肝臓は赤褐色を呈し、被膜の肥厚が認められた。剖面の血量は多く、小葉は不明瞭であった。腎臓は硬さ、大きさ普通で、表面暗褐色を呈

し、包膜の剝離は容易で、剖面は皮質髄質の境界明瞭であった。脾臓はやや腫大し、剖面は暗赤色で、脾材、濾胞ともに明瞭であった。肺は収縮不全で表面淡赤色を呈し、剖面からは少量の白色泡沫を混じる血液の流出を認めた。心臓は無色透明の心嚢水の増量がみられたが、とくに変状は認められなかった。胸部および腹部の大静脈が肥厚し、表面に虎斑状紋様が認められた。脊髄およびその他の臓器にはとくに肉眼的変状は見いだせなかった。以上本例には、肝臓の中等度のウッ血、脾臓の腫大、大静脈の肥厚が認められた他は、とくに顕著な病変は存在しなかった。

3. 病理組織学的所見

内臓諸臓器にはウッ血性変化が強く、とくに肝臓の中心静脈、類洞の拡張が顕著であった。腎臓もウッ血がみられ、一部間質にはリンパ球、形質細胞を主とする細胞浸潤巣が散見された。大静脈の外膜の平滑筋の軽度な増生が認められた。その他の内臓諸臓器にはとくに変状は認められなかった。脊髄は、頸髄から仙髄までのほぼ全長にわたり病変が存在した。第 1 頸髄より第 9 胸髄の背索薄束に空胞化と fibrillary gliosis がみられ、とくに第 2 頸髄から第 5 頸髄にかけて顕著で、多数の線維性 astroglia と径 $10.1\mu\sim 24.7\mu$ の大小種々の大きさの空胞の密発がみられた。また、第 1 頸から第 7 胸髄にかけては、両側索背側脊髄小脳路相当部位に背索同様の変状がみられ、第 3 頸髄から第 5 頸髄

Table 1. Clinical and biochemical examinations on the blood of Cattle No. 1

| | I | II | III | IV | V |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Blood | | | | | |
| R.B.C. ($\times 10^4/\text{mm}^3$) | 992 | 860 | 844 | 805 | 882 |
| W.B.C. ($\times 1/\text{mm}^3$) | 15400 | 14500 | 19400 | 11000 | 11800 |
| Biochemical examn. | | | | | |
| GOT (KU) | 44.30 | 51.87 | 68.14 | 49.75 | 55.71 |
| GPT (KU) | 22.63 | 22.78 | 22.20 | 20.50 | 23.77 |
| γ -GTP (U/l) | 21.37 | 53.11 | 37.98 | 17.81 | 18.31 |
| Al-P (KAU) | 4.18 | n.t. | 7.51 | 6.09 | 6.77 |
| BUN (mg/dl) | 8.11 | n.t. | 15.67 | 7.24 | 14.28 |
| T.P (g/dl) | 6.4 | 6.6 | 6.6 | 7.4 | 7.3 |
| ChE (IU) | 305.2 | 268.2 | 264.9 | 257.0 | 233.5 |
| Electrolytes (mEq/l) | | | | | |
| Mg | 1.93 | n.t. | 1.52 | 1.89 | 1.69 |
| Ca | 4.84 | n.t. | 4.99 | 5.28 | 4.99 |
| K | 4.87 | 5.04 | 4.71 | 6.13 | 4.90 |
| Na | 142.2 | 144.5 | 146.0 | 143.8 | 143.8 |

Remarks: I, values before ingestion.
 III, values on the day showing clinical sign.
 V, values on the day of necropsy.

II, values on 7th day after starting ingestion.
 IV, values on 7th day after ceasing ingestion.
 n.t., not tested.

で著明となり、第3胸髄からは腹側へと広がりを見せた。側索内側の錐体側索路相当部位の空胞化とび慢性的線維増殖が、第10胸髄から出現し、漸次腹索側に病域を広げ、第3腰髄部にまでおよんでいた。第1胸髄から第2仙髄にかけては、腹索の錐体路相当部位に同様な空胞化とび慢性的 fibrillary gliosis がみられ、とくに第13胸髄で著明となり、第3腰髄では中心部へと広がりを示した。各病変部、とくに背索、側索における空胞化部は sudan III で橙色に染まる中性脂肪の沈着が顕著であった。縦断切片では、病変部に軸索の走行の乱れや膨化、断裂、球状化またそれらに伴う髄鞘の膨化、空胞化が認められた。これらの脊髄変状は左右対称性にみられたが、第5胸髄以降の腹索、側索腹側部では非対称性に spheroid body のみられた部位もあった。脊髄灰白質や各背根の神経節においては、とくに変状は観察されず、後肢に分布する各神経にも異常はみられなかった。脳も各部位について検索したがとくに変状は認められなかった。

第2例

1. 採食状況と臨床所見

第1例に比して、やや食欲に乏しく、実験開始直後は与えたソテツ葉をすべて採食したが4日目頃より残量が増え、食欲も減退してきた。しかしながら15日目頃より食欲回復し、与えたソテツ葉をすべて採食するようになった。食欲不振については、実験開始1週間前に行った鼻環装着による鼻部の傷が完全に治癒し

ていなかったため採食時に鼻鏡が餌箱に触れるのを嫌ったことが原因と思われた。傷が完治した後は、食欲も元に復した。本例は投与76日目に軽度な運動失調を示したが、発症と断定するには至らず、82日目の歩行運動で明らかな異常が観察され、この時点を症状発現とみなし、ソテツ葉の投与を中止して、経過を観察することにした。症状発現までの総投与量は 18740 g で、体重 1 kg に対する1日当りの平均投与量は 1.38g であった。増体量は実験期間を通じてほとんど変動なく、実験開始時 169 kg に対し、終了時が 168 kg であった。本例は、第1例の約2倍相当のソテツ葉を採食したにもかかわらず、症状の発現は遅く、症状も軽度なものであった。しかしながら症状の発現状態はほぼ同様で、長い距離の歩行、急旋回などの運動負荷を与えると明らかな異常を示した。角の受傷の程度も第1例と同じ状態であった。また知覚にも異常は認められなかった。本例は22日の経過観察期間をおいて剖検した。経過観察期間中に軽度ではあったが症状の進行がみられた。血液生化学的検査においては、Table 2 に示すように投与後1週間目に γ -GTP の上昇と発症時に ChE の低下がみられたが、いずれも軽度なものであり、剖検時には正常域値に復していた。他の値は実験期間を通じてすべて正常値とみなしうるものであった。

2. 病理解剖学的所見

剖検時の体重は 168 kg で、瘦削顕著であった。被毛は光沢なく、左側後肢関節部皮膚に擦過傷を認め、

Table 2. Clinical and biochemical examination on the blood of Cattle No. 2

| | I | II | III | IV | V |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Blood | | | | | |
| R.B.C. ($\times 10^4/\text{mm}^3$) | 830 | 898 | 850 | 848 | 820 |
| W.B.C. ($\times 1/\text{mm}^3$) | 11500 | 11100 | 10700 | 19900 | 11200 |
| Biochemical examn. | | | | | |
| GOT (KU) | 51.96 | 51.56 | 45.10 | 42.60 | 42.73 |
| GPT (KU) | 16.92 | 19.47 | 21.92 | 19.48 | 21.35 |
| γ -GTP (U/l) | 10.21 | 40.33 | 12.92 | 11.07 | 17.31 |
| Al-P (KAU) | 11.48 | 9.30 | 11.24 | 5.29 | 3.45 |
| BUN (mg/dl) | 14.48 | 15.05 | 7.99 | 12.22 | 6.24 |
| T. P. (g/dl) | 7.2 | 7.4 | 7.0 | 7.2 | 6.8 |
| ChE (IU) | 202.6 | 229.7 | 181.1 | 203.7 | 201.4 |
| Electrolytes (mEq/l) | | | | | |
| Mg | 2.48 | 1.77 | 1.04 | 2.01 | 1.30 |
| Ca | 4.93 | 5.23 | 4.96 | 4.99 | 5.14 |
| K | 4.77 | 4.92 | 5.09 | 5.20 | 5.16 |
| Na | 141.2 | 140.2 | 143.3 | 149.3 | 144.5 |

Remarks: I, values before ingestion.
 III, values on the day showing clinical sign.
 V, values on the day necropsy.

II, values on 7th day after starting ingestion.
 IV, values on the day after ceasing ingestion.

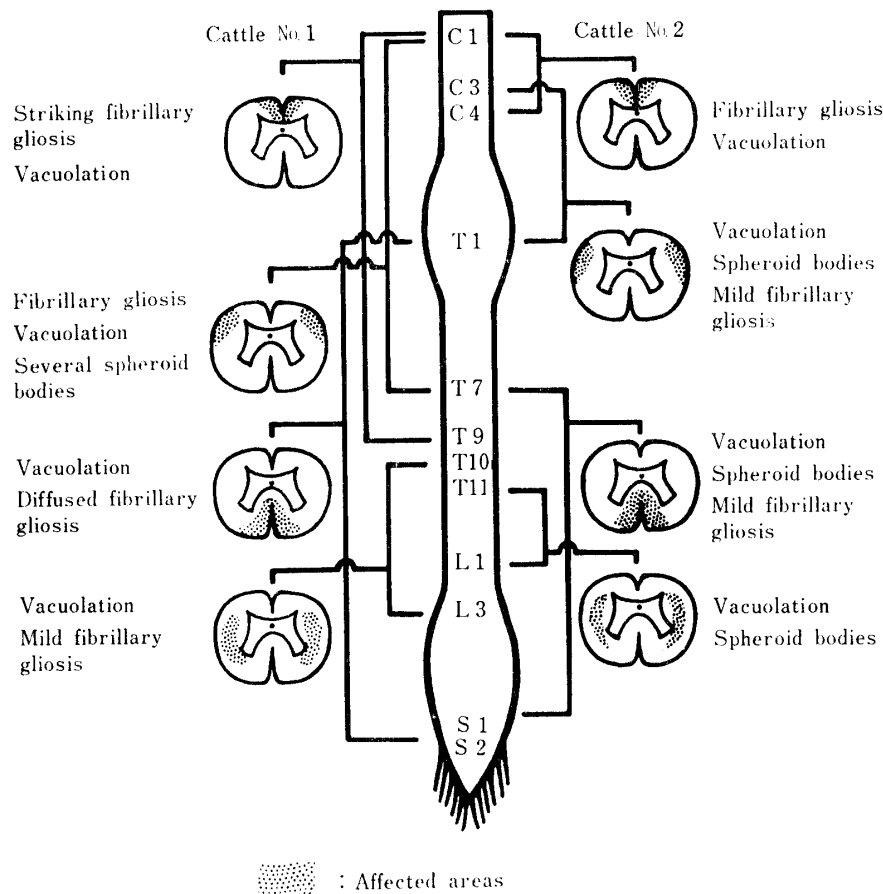


Fig. 1. Distribution of lesions in the spinal cords.

角にも第1例同様の擦過痕が存在した。皮下脂肪組織は乏しく、腹水、胸水、心嚢水の増量がみられた。内臓諸臓器は第1例とほぼ同様で、肝臓のウッ血が顕著であった。肺の右前葉部に肋胸膜との癒着がみられたが、その他の臓器や中枢神経系には特記すべき変状は見いだせなかった。

3. 病理組織学的所見

肺に陳旧な肺炎像が認められた以外、肝臓、腎臓における変状は第1例と同様の所見を示した。脊髄における変状は第1例とやや異なり、空胞の形成と spheroid body の出現を主体としていたが、発現部位はほぼ同様な傾向がみられた。第1頸髄から第4頸髄では、背索薄束部に空胞化と軽度な fibrillary gliosis がみられ、第3頸髄でこれらの変状が最も顕著で、spheroid body も多くみられた。第3頸髄より第1胸髄の側索の脊髄小脳路相当部位にも著明な空胞の形成がみられ、spheroid body も散見され、最表層には軽度な線維の増生もみられた。第11胸髄から第1腰髄では、錐体側索路相当部位に散在性に空胞形成部がみられ、少数ではあるが spheroid body もみられた。しかしこの

部位には線維の増生はほとんどみられなかった。第7胸髄から第1仙髄、とくに第3腰髄から第5腰髄にかけては、錐体腹索路相当部位に密発する空胞化部と散在する spheroid body が認められた。空胞形成と fibrillary gliosis は、左右対称に出現したが、spheroid body は必ずしも対称なものではなかった。各部位の変状部、とくに頸、胸髄の背、側索に中性脂肪を含む脂肪顆粒細胞が多数みられ、縦断切片では軸索の変性像がみられ、軸索の結節状膨化、断裂、髄鞘の部分的肥大、空胞化が顕著であった。脊髄灰白質、神経節、脳、後肢に分布する神経などには第1例同様とくに変状は見いだせなかった。

考 察

牛の実験的ソテツ中毒に関する研究は、オーストラリアの Hallら^{2,3)}や Andersonら¹⁾や Hooper ら⁴⁾の報告があり、わが国においては沖縄での又吉らの報告⁶⁾がある。Hall らは、1951年から1968年にかけてオーストラリアに自生する *Macrozamia pauliguiliemi*, *M. douglasii*, *M. lucida*, *Bowenia serrulata* を用

Table 3. History of experimental cycad poisoning with ataxia in cattle

| Species of cycad | Age and body-weight of cattle (months) (kg) | Amount of leaves fed (kg) | Days of feeding | Days before showing signs | Days of experiment | Pathological findings in spinal cord | Reporters | |
|--|---|---------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------|--------------------------------------|---|--|
| <i>Macrozamia pauliguielmi</i> | 18 | 295 | 69.9 | 100 | 86 | 100 | none | Hall <i>et al</i> ¹⁻³⁾ (1957-1968) |
| <i>M. miquelii</i> and <i>M. lucida</i> | 20 | 181 | 10.2 | 45 | 45 | 730 | none | |
| <i>M. lucida</i> | 20 | 181 | 8.2 | 34 | 30 | 48 | none | |
| <i>M. lucida</i> | 15 | 136 | 14.1 | 89 | 87 | 110 | none | |
| <i>Bowenia serrulata</i> | 24 | 319 | 24.0 | 87 | 84 | 87 | degeneration of nerve fibers | |
| <i>B. serrulata</i> | 18 | 176 | 4.3 | 20 | 18 | 40 | | |
| <i>M. lucida</i> | 18 | 191 | 14.5 | 55 | 46 | 81 | | |
| <i>Cycas media</i> | unknown | unknown | 7.7 | 85 | 85 | unknown | none | Anderson <i>et al</i> ¹⁾ (1964) |
| <i>C. media</i> | 18~24 | unknown | 26.8 | 50 | 50 | 55 | axonal deg. (spheroids) | Hooper <i>et al</i> ⁴⁾ (1974) |
| <i>C. media</i> | 18~24 | unknown | 26.9 | 50 | 50 | 55 | | |
| <i>C. revoluta</i> | 12 | 170 | 9.5 | 36 | 36 | 120 | fibrillary gliosis | authors (1985) |
| <i>C. revoluta</i> | 12 | 169 | 18.7 | 82 | 82 | 104 | vacuolation spheroid bodies vacuolation | |

いて16例の実験を行っているが、7例が無症状、2例が急性中毒死、7例に ataxia の発現をみている。発症例でのソテツ葉投与量は、牛体重 1 kg に対する1日当りの量に換算すると、0.5 g から 2.9 g で、総投与量は 4.0 kg から 69.9 kg である。また、投与期間は6日から120日におよぶものもあり、投与量、期間ともまちまちである。症状を呈した例で脊髄に病変のみられたものは、*B. serrulata* を 4.3 kg と 24.0 kg 与えた2例と *M. lucida* を 14.5 kg 与えた1例の計3例のみであり、病変は神経線維の変性を主体とするものである。Anderson らは *Cycas media* を 907.2 g/day 投与し、85日目に軽度の後軀運動不調をみているが、脊髄病変は認めていない。Hooper らは、2頭の牛に *Cycas media* を総量でそれぞれ 26.8 kg, 26.9 kg を投与し、50日目に ataxia の発現をみている。2頭ではあるが、投与量、期間ともにほぼ同一であり、病変も著明な spheroids の出現を主体とし、Hall らの結果とはやや趣を異にする。又吉らの実験は、2頭の牛に *Cycas revoluta* を投与したものであるが、1例は20日目に、他は27日目に急性中毒死しており、自然例にみられるような後軀の異常を発症させるまでは至っていない。

著者らは、今回の実験に際して急性中毒をさけるため、これら既往の報告を検討し、ソテツ葉の投与量を牛体重 1 kg に対し1日当たり 1.5 g を目安としたが、発症までの総投与量は、第1例が約 9.5 kg、第2例が

約 18.7 kg で倍近いひらきがあった。また発症までの期間も36日と82日でかなりの差がみられた。このように症状の発現までに要するソテツ葉量、期間の差は、ソテツ葉に含まれる毒成分の時季的な変動も考えられるが、むしろ牛のソテツ毒に対する感受性によるものと思われる。また、今回の実験で、第1例の牛は与えたものすべてに嗜好性を示し食欲旺盛であったのに対し、第2例の牛は偏食傾向が強く、食欲も細く採食にかなりの時間を要したが、このような嗜好性、食性も一つの要因になりうるように思われる。症状は、前報の自然発症例と同様のものであったが、実験例では角の変形、脱落はみられなかった。Hall らの実験においては、角も侵されており、これは牛が野外で樹木や切り株と接触することによって生じたものと推察している。著者らの例も起立時に牛舎内で転倒して、コンクリート製の壁や床に角が衝突し、角の表面にかなりの外傷が生じていた。これが進行すれば、変形、脱落も考えられるが、沖縄現地での調査ではこのような事例に遭遇しなかったことから、角の損傷が単に衝突などによるものだけとは考えがたい。血液生化学的検査に関しては、Hall らの *B. serrulata* 投与牛に後肢の筋肉の外傷に基づく GOT の上昇がみられているが、他に報告は見当らず、ソテツ中毒の後軀運動障害発生時における血液の生化学的変動については全く不明である。著者らは実験開始7日前より剖検時まで7日間隔で採血し、検査を行った。2例とも投与前、投与期

間中、発症時、剖検時を通じてとくに顕著な変化を示さなかったが、投与後に γ -GTPの軽度な上昇がみられた。また、第1例では、わずかではあるがChEが投与時より漸次低下する傾向がみられ、第2例では発症時に一過性の軽微な低下がみられた。 γ -GTPの上昇はソテツ葉毒による肝障害を示すが、GOT、GPTには変化がみられないことから、今回の投与量では肝機能にさほど影響を与えないものと思われる。ChEについては、今回用いた測定法では正常値自体の値も変動が激しく一定を欠き、本例では低下する傾向が伺えるが、測定値の示す診断的意義に関しては検討の余地が残る。

病理学的には、前報の自然例と同様、とくに肉眼的変状は認められず、組織学的検査によって脊髄に著明な変状が認められた。第1例が前位脊髄の背索、側索と後位脊髄の腹索に空胞化、fibrillary gliosisを主体とする病変を呈し、第2例が同部位に空胞化、spheroid bodyを主体とする病変を示した。これらの病変の発現部位は、前報の自然例のものやHallらやHooperらの報告とも一致する。組織像の違いは、ソテツ葉の投与量や投与期間との関連性はみられず、むしろ病変発生からの経時的な差によるもので、比較的初期においては、軸索を主とする神経線維の変性像がみられ、spheroid bodyの出現も顕著であるが、慢性化すると膠線維の増生を来し、fibrillary gliosisを主体とする病変像へと移行するものと思われる。このことは、第1例が9.5kgで長期間経過したものであり、第2例が18.7kg投与で比較的短期間のものであることから裏づけられる。脊髄以外にみられた両例に共通する病変として、肝臓のウッ血、中心静脈、類洞の拡張がみられたが、これらは心衰弱からくる循環障害によるものと考えられる。以上の通り、今回の*Cycas revoluta*投与による脊髄の変状は、その発生部位、組織像において、前回報告した自然発生例とほぼ一致することから発生状況や文献的類似性に基づき判定されていたソテツ中毒症が、再現試験的にもほぼ完全に実証されたことになり、ソテツ葉採食による中毒性疾患であることがいよいよ明確となった。この意義は大きい。また、ソテツ中毒牛が実験的に再現可能となり、これを応用することにより診断、治療面の発展にも大いに寄与するものと考えられる。

要 約

沖縄県下の放牧牛にみいだされた後軀異常を呈する疾患が、ソテツ葉の採食による中毒性疾患であること

を実証するために、2頭の黒毛和牛にソテツ *Cycas revoluta* Thunb. を実験的に投与し、臨床的、血液生化学的検査および病理学的検査を行ったところ次の結果をえた。

1. 第1例が投与量 1.49 g/kg/day, 投与期間 36 日で、第2例が投与量 1.38 g/kg/day, 投与期間 82 日で自然発症例と同様の後軀の運動障害が発現した。ソテツ葉の総投与量は、それぞれ 9465 g, 18740 g であった。
2. 血液生化学的には、投与直後に γ -GTPの一過性の上昇とChEの低下する傾向がみられた。
3. 病理学的には、自然発症例とほぼ同様の脊髄病変を示した。発症後長期間経過した第1例は、空胞形成、fibrillary gliosisを主体とする変状を示し、発症後短期間の第2例は、空胞形成、spheroid bodyの出現を主体とする変状を示した。これらの病変像の違いは、ソテツ葉の投与量とは関係なく、病変の進行の度合、すなわち病変発生時からの経時的な差によるものであることが判明した。
4. わが国に自生するソテツ種 *Cycas revoluta* Thunb. の葉の採食により牛のソテツ中毒症が発症することが実験的に確認できた。

謝辞 本研究を行うにあたり、実験牛の飼育、観察に協力していただいた家畜病院益山貢二技官、家畜病理学研究室の学生諸君、血液生化学的検査に協力、助言をいただいた家畜病院出口榮三郎講師に心から感謝いたします。

文 献

- 1) Anderson, J.L. and Hall, W.T.: Neurotoxic effects from cycad leaves. *Fed. Proc.*, **23**, 1349 (1964)
- 2) Hall, W.T.K.: Toxicity of the leaves of *Macrozamia* spp. for cattle. *Queensl. J. Agric. Sci.*, **14**, 41-52 (1957)
- 3) Hall, W.T.K. and McGavin, M.D.: Clinical and neuropathological changes in cattle eating the leaves of *Macrozamia lucida* or *Bowenia serrulata* (family Zamiaceae). *Pathol. Vet.*, **5**, 26-34 (1968)
- 4) Hooper, P.T., Best, S.M. and Campbell, A.: Axonal dystrophy in the spinal cords of cattle consuming the cycad palm. *Cycas media*. *Aust. Vet. J.*, **50**, 146-149 (1974)
- 5) 小林 昭・田寺謙次郎・八木史郎・河野猪三郎・坂本 司・安田宣紘: 放牧牛のソテツ中毒に関する研究・沖縄県における発生状況、生物化学および病理学的検索。鹿大農学術報告, **34**, 119-126 (1984)
- 6) 又吉榮忠・上里宣治・玉城尚武・玉城賢三: 沖縄県の放牧場に多発するソテツ中毒について。第88回

日本獣医学会講演要旨集, p. 195 (1979)
 7) 安田宣紘・河野猪三郎・清水 孜・小林 昭・田
 寺謙次郎・八木史郎: 放牧牛のソテツ中毒に関する

病理学的研究・脊髄における病変とその分布につい
 て. 鹿大農学術報告, 34, 131-137 (1984)

Summary

For the purpose of corroborating the etiology concerning the "cycad ataxia"-like disease of grazing cattle in Okinawa, we fed two cows experimentally with leaves of the cycad plant, *Cycas revoluta* Thunb., indigenous to the area, so as to reproduce some dyskinesia in hind quarters which were associated with spinal lesions and with a rising in serum γ -GTP level.

The results were as follows:

1. The first sign of dyskinesia in hind quarters was recognized after the Cattle No. 1 was fed 9,465 g of leaves in 36 days, and the Cattle No. 2 was fed 18,740 g in 82 days.
2. A temporary increase in serum γ -GTP level was observed immediately after the ingestion of cycad leaves, while serum levels of the other items were in normal range throughout the experimental period.
3. On microscopic examination, Cattle No. 1 kept alive longer after the first sign of dyskinesia before slaughter, showed vacuolation and fibrillary gliosis in the spinal cord, whereas Cattle No. 2 kept alive shorter after the first dyskinetic sign revealed spheroid bodies and vacuolation. The difference of the lesions between the two was inferred to be dependent on the lapse of time after the appearance of the first sign.
4. Thus cycad poisoning of cattle which is due to their ingestion of *Cycas revoluta* Thunb., the sole cycad plant in Japan, was experimentally demonstrated.

Explanation of photographs

- Photo. 1. Cattle No. 1 on the 36th day after starting ingestion of cycad leaves showing lumbar paralysis and swinging-leg lameness.
- Photo. 2. Transverse section of the spinal cord at C3, showing fibrillary gliosis and vacuolation in the fasciculus gracilis (arrow 1) and the lateral funiculi (arrow 2). Cattle No. 1. LFB-H&E.
- Photo. 3. Area of the left fasciculus gracilis at C2, showing marked fibrillary gliosis, vacuolation and demyelination. Cattle No. 2. LFB-H&E.
- Photo. 4. Area of the left lateral funiculi at C1, showing diffuse fibrosis, numerous vacuolations, demyelinations. Cattle No. 1. LFB H&E.
- Photo. 5. The ventral funiculus at T13, showing numerous vacuolations and diffuse fibrosis in areas corresponding to the anterior corticospinal tract. Cattle No. 1. LFB-H&E.
- Photo. 6. Magnification of photo. 5. The left ventral funiculus, showing numerous vacuolations, demyelinations and mild fibrosis in glial tissue.
- Photo. 7. Vertical section of the left fasciculus gracilis at C3, showing enlargement and vacuolation of medullary sheaths with their axons torn off. Cattle No. 2. Holmes' silver method.
- Photo. 8. The right lateral funiculus at C5, showing slight demyelination and eosinophilic spheroid bodies. Cattle No. 2. LFB H&E.

