

養魚餌料の研究—第Ⅷ報

飢餓魚に現われた症状*

藤谷 超・塚原 宏子

STUDIES ON FEED FOR FISH-VIII
SOME SYMPTOMS OBSERVED ON STARVED FISH.

Masaru FUJIYA & Hiroko TSUKAHARA

In order to obtain the fundamental information of the nutritional troubles of fish, the symptoms observed on the starved yellowtails, *Seriola quinqueradiata*, were examined experimentally.

Investigations on the changes of body conditions such as body length, body weight, liver weight, and on the changes of erythrocyte number, hematocrit value, and plasma protein concentration, as hematological tests, and on the changes of chemical components of meat and liver were carried out.

Little change was observed on the body length, but the changes of body weight as the results of decrease of meat and liver weight, and regressive changes of hematological conditions were found out.

The chemical components of meat were remarkably changed, that is, the contents of fat and protein were decreased with increase of the moisture. At the same time, the fatty acid compositions of meat and liver were also changed. It is easily supposed that there is not only physiological disturbance with starvation, but also are some biochemical changes on the metabolism of fish.

As the process of the starvation, following symptoms were observed:

Against starved condition, the preserved materials in the abdominal cavity including liver are consumed as the energy source at first, then, the materials in meat.

As the first step, mainly physiological changes are occurred, finally some biochemical changes like the changes of fatty acid compositions are observed.

When some troubles on feeding would be occurred, it would have to avoid to make the biochemical changes on fish, because of the difficulty of recovering.

は し が き

餌料に起因するハマチの栄養障害については、養魚場においてしばしばそれと思われる症状が認められているようであるが、明らかな記録はない。

多くの場合、併発した病症と症状が重複するために、栄養障害としての症状が認め難いようである。

栄養障害と称せられているものの中には、鮮度不良の餌料を投餌した場合のように、魚体の新陳代謝の阻害物質の含有によって生ずるものも含まれているようであるが、このような場合に現われる症状はその阻害物質による病症であり真の意味での栄養障害ではない。

*南西海区水産研究所業績 第4号。

総合的な摂餌量の不足あるいは栄養素の不足などによって生ずる影響を栄養障害として認めることがより妥当であろう。このような見地から、最も単純な栄養障害として飢餓を考え、現われる症状について検討した。

この研究を実施するに際して、当水研尾道試験地の協力を得た。厚く御礼を申し上げる。

材料および方法

平均体重31.47gの愛媛県下で採捕されたハマチを、尾道試験地に設置した直径1.8m水深0.6mの円形水槽の流水中に30尾入れ、実験開始前の1週間をイカナゴのミンチ肉の飽食量投餌によって飼育した後、昭和41年7月7日より8月2日まで無投餌により飢餓状態を与え、5~6日目ごとに各種測定ならびに分析用試料を採取した。この実験と併行して同一履歴の魚で摂餌実験を行なったが、魚が餌を嫌って飢餓に陥り、試験開始後約1ヵ月からへい死が始まった例が観察された。このことから考えて、本実験は成長の早い時期の飢餓実験としては斃死を伴わない範囲で、かなりの長期間を飼育したものと思われる。すなわち、さらに実験期間を延長していれば相当に斃死魚が出現したと推測される。生海水を用い、流量は25ℓ/min.であった。

体長および体重の測定はMS-222の約1/10,000海水溶液を用いて麻酔して行ない、試料としては5尾ずつ取り上げて供試した。

飼育中の水温は実験開始の初期で21~23℃、中期で23~25℃、終期では25~28℃、海水の比重は実験の全期間を通じて1.0210~1.0228であった。

供試魚に対する測定項目は体長、体重のほか下記の通りであった。

赤血球数：トーマ計算板を用いる常法によった。

ヘマトクリット値：久保田製FT-9S型遠心分離器によった。

血漿蛋白質濃度：日立製屈折計を用いた。

なお、採血は尾柄部下側を切開して行なった。

肝臓重量：解剖により摘出後秤量した。

また、上記の測定を行なった供試魚の内部の分析を下記の項目について実施した。試料は供試魚のいわゆる可食部分を丁寧に採取し、水で冷却しながらホモジナイザーによって粉碎して用いた。

水分：試料を90℃で減量が認められなくなるまで乾燥して秤量し原重量との差から算出した。

脂肪：ソックスレー法によった。

蛋白質：ケルダール法によった。

脂肪酸：前報（塚原，ほか，1967）に述べた方法によった。

肝臓については、肝重量を測定したものをを用いて脂肪酸組成を測定した。分析方法は肉部と同様である。

結果ならびに考察

魚体測定の結果ならびに肥満度の変化を Fig. 1. に示す。

この時期のハマチは本来であればきわめて成長率が高いはずであるが、飢餓魚の体長にはほとんど変化はない。実験開始後10日目までは体長に若干の成長が見られるが、これは実験開始前に投与した餌料によるものであろう。

体重に現われる変化はきわめて著しく、無投餌

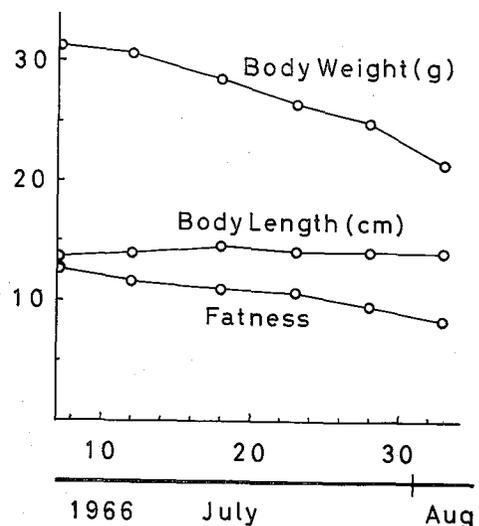


Fig. 1. Changes of Body Conditions

開始後直ちに減少の傾向が現われ、最終的には当初の体重の約65%にまで減少していた。

肉部重量、肝臓重量、肝量係数の変化をFig. 2. に示す。

肉部重量の減少は実験開始後5日目までは変化はなく11日目より急激に減少し、最終的には当初重量の約50%にまで達していた。

肝臓重量の変化は肉重量のそれよりも急激であり、無投餌開始後直ちに減少しはじめ、5日目ですでに当初の約50%に減少していた。

体重、肉重量、肝臓重量の変化を見ると、無投餌開始後体重肝臓重量は直ちに減少し始めるのに反し、肉重量の減少が始まるまでに数日を要している。これは、飢餓状態が与えられた場合に、内臓および腹腔内に蓄えられた物質をまず消費し、その後肉部内の物質が消費されるものと解される。ハマチは游泳力のある活発な魚であるので、その生活維持のための消費も大きいものと推定される。これが、肝臓などに急激な変化を与える原因であろう。肝臓内のグリコーゲン、腹腔内の脂肪などは飢餓当初の生活維持に大きな役割を果たしているものと推定される。肝量係数の変化からも明らかのように、飢餓状態における肝臓の果たす役割はとくに大きいものと思われる。

血液性状に現われる変化をFig. 3. に示す。いずれもその変化はきわめて著しく、赤血球数、ヘマトクリット値、血漿蛋白濃度のすべてに変化が見られ、いずれも減少していた。なかでも、ヘマトクリット値の変化は大きいだけでなく、投餌停止後数日にして影響が現われている。

無投餌の影響は換言すれば栄養失調症の一例と考えられる。人体の場合の栄養失調症では、まず貯蔵グリ

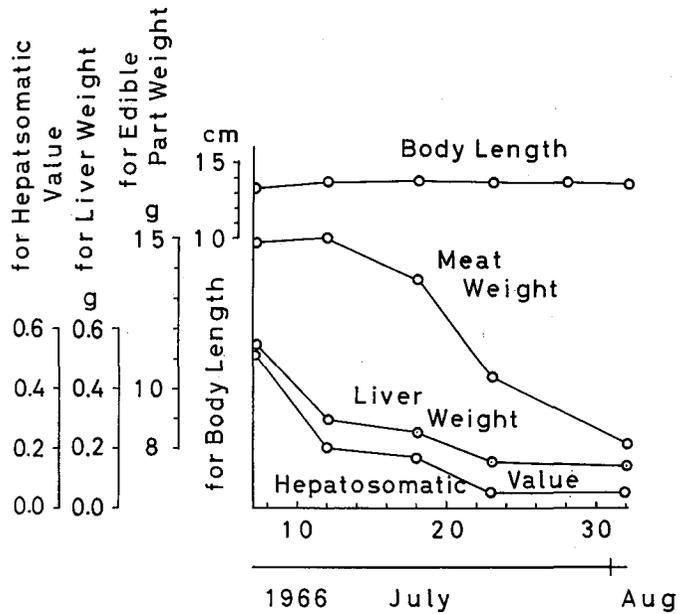


Fig. 2. Changes of Meat & Liver Weight

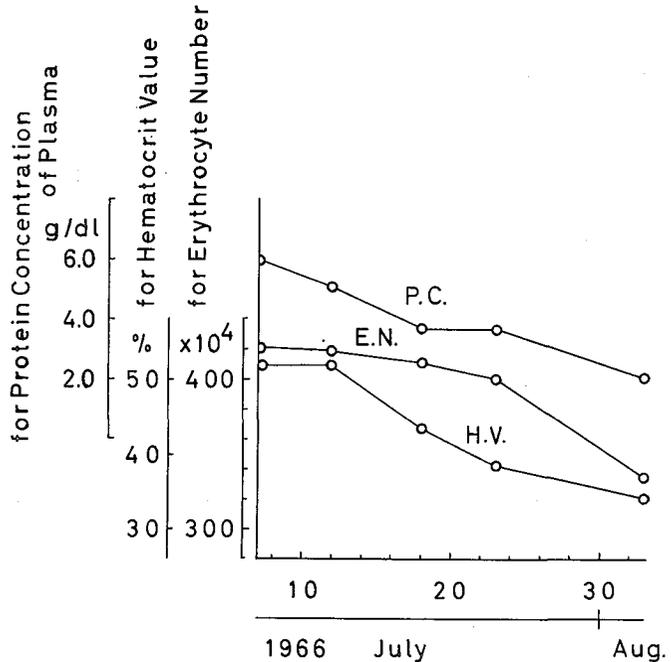


Fig. 3. Changes of Hematological Conditions

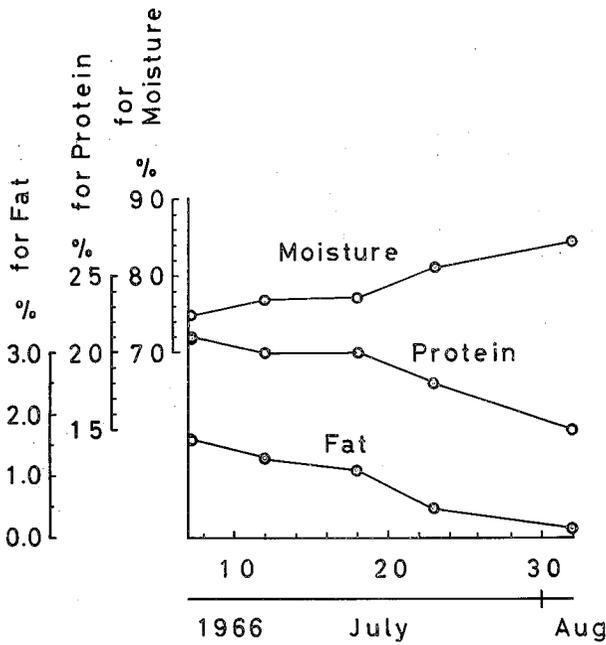


Fig. 4. Changes of Main Components of Flesh

症状である。したがって、この実験で得られた症状はすべて栄養障害によって起因されたものと解される。飢餓によって肉質にも大きな変化が見られた。おもな成分の変化をFig. 4. に示す。現われた症状としては

コラーゲンが消費され、ついで脂肪が燃焼し、ついに体蛋白の崩壊が生じ痩せならびに各臓器の萎縮が現われるといわれている(大森・新井, 1951)。この実験結果に現われた症状はきわめて類似しており、とくに実験期間の末期の症状においてその感が深い。

血液性状についても、人の栄養失調症においては赤血球の減少、ヘマトクリット値の低下、血漿蛋白濃度の低下が主な症状であるといわれ、(大森・新井, 1951; 養島, 1951) この点もきわめて類似している。

牛の栄養障害についても、低カロリー餌料を投与した場合には赤血球数、ヘモグロビン量、ヘマトクリット値の減少低下があり、肝臓の機能低下および萎縮があるといわれ(米村, ほか, 1964)、これにも類似した

Table 1 CHANGES of FATTY ACID COMPOSITION

Sample	FLESH					LIVER					Remarks	
	Date	7-7	7-12	7-18	7-23	8-2	7-7	7-12	7-18	7-23		8-2
C14:0	0	2.3	2.7	2.3	0.9	0.6	1.4	1.2	1.6	1.2	0.7	(Myristic)
:1		—	0.3	—	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	—	0.2	
15:0	0	0.3	0.4	0.3	—	0.3	0.5	0.3	0.5	0.7	—	(Palmitic)
:1		0.1	0.1	0.1	0.2	0.8	0.3	0.1	0.1	0.1	0.3	
16:0	0	16.9	17.4	18.9	18.7	8.8	21.9	22.1	20.6	21.6	19.9	(Stearic)
:1		6.1	5.5	5.0	2.1	2.2	6.1	4.0	4.3	3.2	2.4	
17:0	0	1.2	1.3	1.0	0.8	1.0	1.3	0.9	1.0	1.3	1.1	(Oleic)
:1		0.4	0.6	0.4	0.4	1.1	0.6	0.6	0.5	0.7	0.6	
18:0	0	6.0	6.9	8.1	11.4	7.1	6.2	7.5	5.8	7.9	10.4	(Linoleic)
:1		14.6	15.7	16.9	14.6	7.1	12.9	13.9	12.2	9.2	10.2	
		:2	0.6	1.3	0.5	1.0	0.2	1.2	0.9	0.4	0.9	0.8
19:0	0	1.1	0.4	1.0	0.2	(3.3)	0.4	0.3	1.0	0.9	0.1	
:1		0.5	0.2	0.4	0.1	0.4	0.2	0.2	0.3	0.3	0.1	
20:0	0	0.3	0.3	0.3	—	0.3	0.2	0.1	0.1	—	0.1	
..1		3.4	3.3	2.7	1.3	1.1	2.1	1.3	1.3	0.7	0.1	
22:5	5	2.8	2.9	2.8	2.2	2.5	2.0	1.6	1.1	0.8	3.1	
:6		22.6	24.0	23.6	31.4	39.8	23.5	31.1	30.3	32.0	31.7	

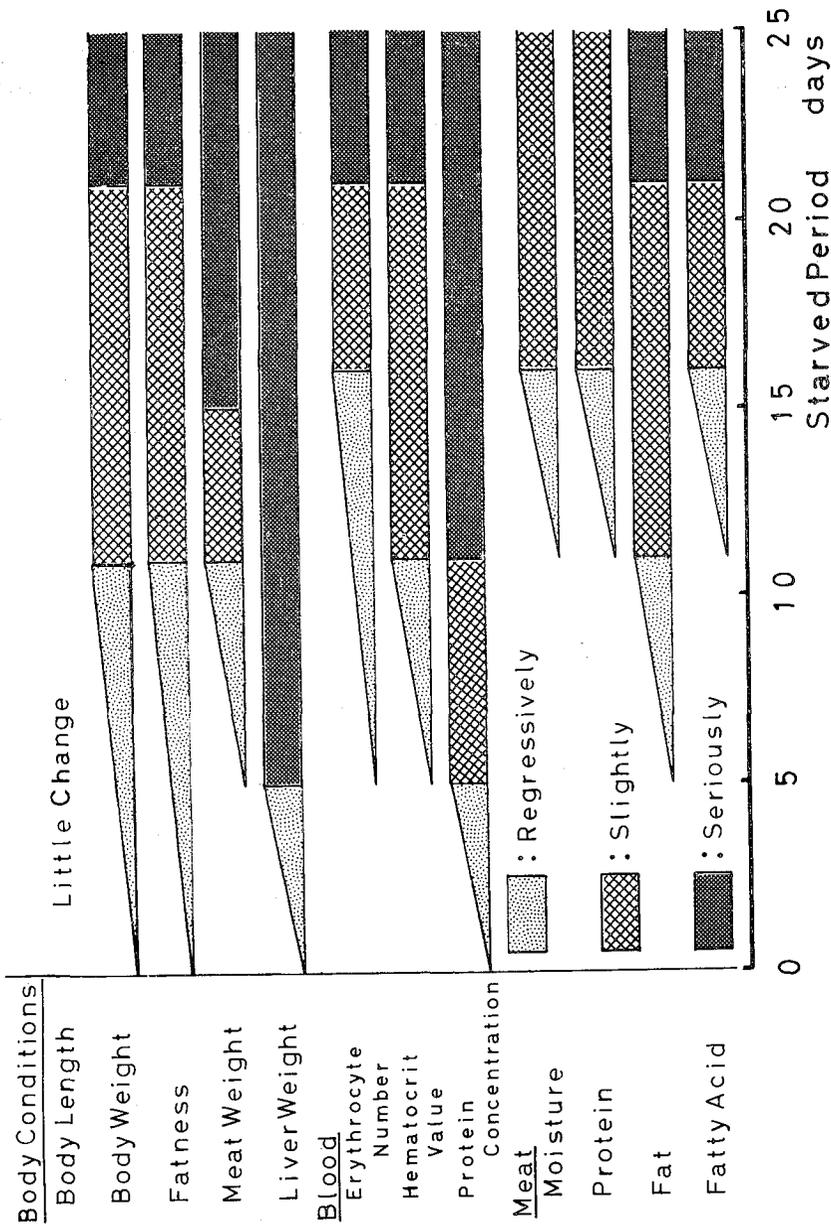


Fig. 5. Starved Period & Changes of Conditions

肉質の脂肪、蛋白質の減少と、それに対応した水分の増加である。とくに、脂肪の変化は大きく蛋白質が実験終期において20%程度の減少であるのに対して、脂肪の量は80%が減少していた。飢餓の進行によって脂肪が主として代謝維持の役割を果たしていることを示すものと考えられる。肉質の変化は投餌停止後11日目ごろから大きな変化が現われており、肝臓の変化、肉部の量的な変化に比較して影響の現われ方は遅い。したがって、栄養障害の現われ方としては末期的な症状であると思われる。

肉内および肝臓内の脂肪酸の変化を Table 1 に示す。投餌停止後10~15日目までの脂肪酸組成の変化は著しく、とくにステアリン酸とオレイン酸の比率は当初に肉部で2.4、肝臓で2.1であったものが終期にはい

ずれも 1.0 に低下していた。この期間に代謝機能の変化が生じているものと解されるが、その原因ならびに理由は明らかでない。

また、特徴的な一症状として飢餓の進行とともに不飽和度の高い脂肪酸が肉部および肝臓ともに相対的に増加していた。これはエネルギーとして利用されやすい脂肪酸区分が先に消費されるため利用されにくいと考えられる高度不飽和脂肪酸区分が相対的増加を示すのであろうと推測される。このような高度不飽和脂肪酸の相対的増加はニジマスにおいても明らかにされており（金子，ほか，1967）飢餓時の特徴の1つである

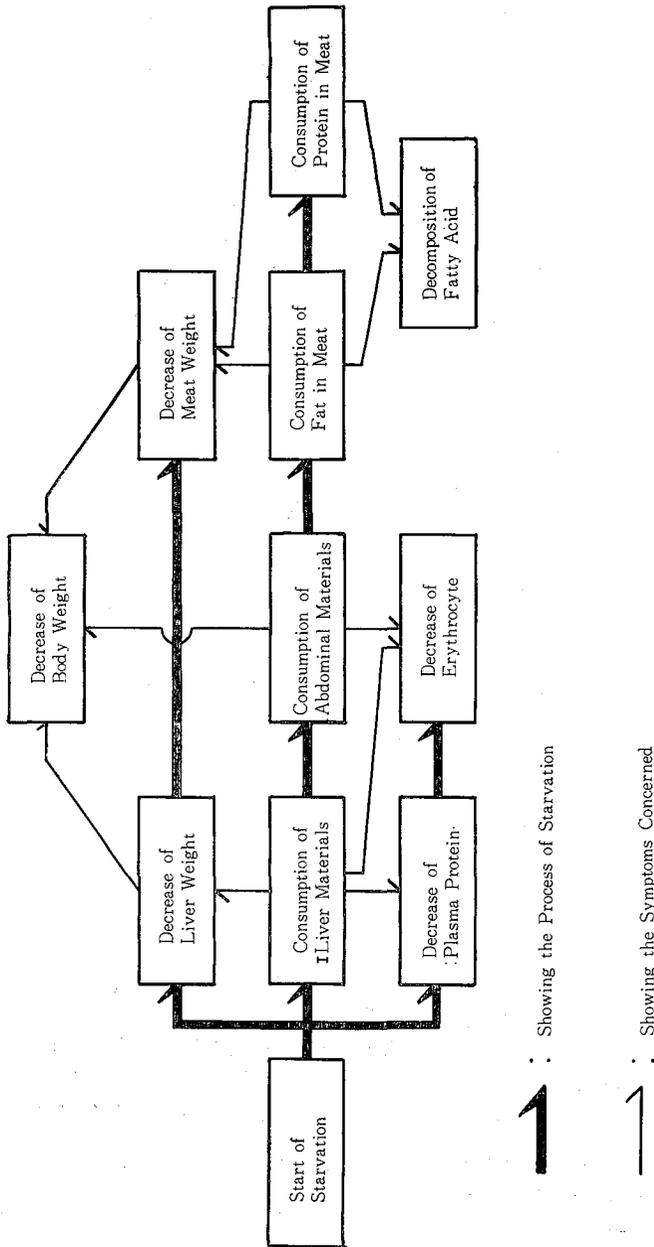


Fig. 6. Process of Starvation & Symptoms Occurred

う。現われた諸症状と投餌停止後の経過日数との関係をFig. 5. に示す。

最も早く現われる症状は体重の減少、肝臓重量の減少と、それに伴う肥満度の減少であって、なかでも肝臓重量の変化はとくに大きく血漿蛋白の変化がこれに次いでいる。

つづいて、肉重量、血液性状、肉部内の脂肪量に変化が現われ、最終的には肉質および脂肪酸組成に変化が生じているのが明らかに認められる。

飢餓の過程と現われた症状との関連をFig. 6. に示す。個々の条件について、より複雑な関係はあろうが、大略の関連はここに示し得たものとする。

現われた症状の中には摂餌条件が常態に戻れば比較的速やかに回復するものと、回復にある程度の時間を要するものがあるが、生理的な単純な変化は前者に属するものであろうし、蛋白質あるいは脂肪酸組成の変化のような生化学的な変化は後者に属する。したがって、止むを得ない事情によって飢餓に類する栄養障害を与えざるを得ない場合においても、大きな変化を生じない段階に止めることが必要である。すなわち、数日以上無投餌に匹敵する悪条件を与えることは望ましくない。とくに、10日以上にわたるこの種の悪条件は生理学および生化学的な面で疾病を招くおそれがある。

要 約

1. ハマチの栄養障害を検討するために、無投餌により飢餓状態を与え魚体に現われた変化を検討した。
2. 体長にはほとんど変化はないが体重の減少は著しく投餌停止後25日目には当初の65%に低下した。
3. 肉重量、肝臓重量の減少はとくに著しく、体重減少の主原因は両者の減少と認められた。
4. 血液性状では赤血球数、ヘマトクリット値、血漿蛋白濃度の減少ならびに低下が認められた。
5. 肉部の成分組成、肉部および肝臓の脂肪酸組成に著しい変化が認められた。
6. 現われた症状を検討した結果、飢餓の進行と共に、まず内臓内蓄積の物質が消費され、ついで肉部内物質の消費、最終的には肉質の変化が現われることが認められた。
7. 得られた結果から、飢餓の進行とそれに伴う諸症状との関連を考察した。

文 献

- 藤谷 超・梅津武司・塚原宏子. 1968: 人工養魚飼料に関する研究. 昭和42年度水産増養殖研究報告, 水産庁調査研究部.
- 金子徳五郎・竹内昌昭・石井清之助・東秀雄・菊地貴明. 1967: 養魚飼料における脂質の役割に関する研究—Ⅳ 絶食時のニジマス可食部脂肪酸組成の変化. 日水誌, 33 (1), 56—58.
- 蓑島高也. 1951: 血液. 生理学講座, 8—1.
- 大森憲太・新井養老. 1951: 栄養失調症. 生理学講座, 9—Ⅲ.
- 塚原宏子・古川 厚・船江克美. 1967: 養魚飼料の研究—第Ⅶ報 添加油のハマチにおよぼす影響について. 内水研報告, (24), 29—50.
- 米村寿男・ほか. 1964: 成牛の栄養障害発生実験. 農林水産技術会議研究成果, (20).