

農學博士神立誠君の「反芻胃内消化に対する織毛虫類の機能

に関する生化学的研究」に対する授賞審査要旨

主要な家畜である反芻動物の牛、緬羊、山羊等の胃内消化における大きな特徴は、大形の前胃をもち、この中には多数の微生物（主として細菌および織毛虫類）が棲息し、嚥下した飼料は一時ここに滞留する間に微生物群の活発な活動によりて複雑な変化を受けた後に真胃に食下されることである。

反芻胃内に織毛虫類が棲息することは既に前世紀の半ば頃に明らかにされ、その分類、形態、生態等について部分的検討がなされたが、人工培養ができなかつたため、栄養生理、反芻胃内における織毛虫類の役割等についてはいまだ明確にされていなかつた。

本論文は、反芻胃内に常在し反芻動物の栄養について特殊の作用を担当していると推定されるこの種の織毛虫類について生化学の面より探究してその機能を解明したもので、まず織毛虫類の栄養と人工培養を研究し、次にこの人工培養法を利用し、織毛虫類における蛋白質および栄養関連化合物の代謝、反芻胃内の織毛虫類の行動、織毛虫類の反芻動物の栄養に及ぼす影響、ならびに細菌群との協力関係を併せて研究し、反芻胃における消化現象の全貌をほぼ明らかにしたものである。実験動物は主として、緬、山羊を用い、また織毛虫は緬、山羊の反芻胃内に最も多く棲息する *Entodinium* を対象として研究されたもので、その業績の概要は次のとおりである。

一、織毛虫類の栄養と人工培養

反芻胃内の消化における繊毛虫類の役割を知るためには、まず繊毛虫類の栄養の実態を明らかにすることが必要であるので、これを神立君が研究考案した人工培養によつて検討した。すなわち基礎培地として反芻胃内液類似の塩類溶液を調製し、この塩類液で乾草抽出液をつくり、これに反芻胃内細菌を接種、培養した液を用いて人工培養を試み、繊毛虫類が正常な栄養を保持し、正規の分裂、増殖を行なうために利用する栄養素ならびに栄養補助因子について生化学的研究を行ない、次のとおりその概要を明らかにした。

- (一) KCl , NaCl , KH_2PO_4 , Na_2HPO_4 , CaCl_2 , CaCO_3 , $\text{K}_2\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_7$, MgSO_4 等の塩類
- (二) 窒素源として反芻胃内細菌蛋白質、酵母蛋白質、カゼイン、あるいはこれらの蛋白質を構成するアミノ酸類
- (三) 澱粉、糖類等の炭水化物
- (四) B_{12} , Co , I , 等の特殊成分
- (五) 次の栄養補助因子
 - (i) 反芻胃内細菌によつて生産され、 80°C 、十分の加熱により破壊される因子
 - (ii) 反芻胃内細菌や酵母中に含まれ、熱(100°C)一%食塩水で抽出され、五%アセトン水では沈澱しない、熱に安定な因子
 - (iii) 白クローバー、緑豆、ホーレン草等に含まれ、 100°C 三〇分の加熱に安定な、分裂増殖に関係ある因子

神立君はこれらの栄養素を含む培地を用い、緬山羊の繊毛虫類の中で主位を占める *Entodinium* の人工培養に成功したものである。

二、体成分

(1) 蛋白質、アミノ酸

織毛虫体成分中の蛋白質およびアミノ酸について研究し、遊離型、結合型、アミノ酸ともに、その分布はよくカゼインに似ており、飼料蛋白質に比してリジン含量が多く栄養価が高いことを明らかにした(表一)。全アミノ酸分析の結果、小型種(Entodinium)のリジン含量は粗蛋白質の一、七%であり、同時に分析を行なつた牧草オーチャード蛋白質のリジン含量(粗蛋白質の四、五%)の約倍量に増加していることを認め、オーチャード飼養の山羊は一日五・八gのリジンを

表 1
反芻胃の織毛虫、細菌及び牧草
オーチャードのアミノ酸組成
(粗蛋白質に対するアミノ酸 %)

	織毛虫 (Entodinium)	細菌	牧草 オーチャード
Asp	12.0	10.4	7.6
Thr	4.3	4.8	3.8
Ser	3.9	2.7	3.6
Pro	3.2	3.2	4.6
Glu	12.9	9.7	8.7
Gly	4.0	5.6	4.4
Ala	4.0	6.6	5.3
Val	4.7	6.2	5.3
Met	1.5	2.2	1.4
Cys	2.1	2.0	3.4
Ileu	6.7	6.2	4.1
Leu	6.9	7.0	7.3
Tyr	5.1	4.0	2.9
Phe'	5.1	4.6	4.5
(NH ₃)	2.9	2.9	1.7
Lys	11.7	7.0	4.5
His	1.6	1.5	1.8
Arg	4.7	4.1	4.3
Try	1.0	0.9	1.0
合 計	98.3	92.6	80.2

五・八gのリジンを
摂取している状態に
おいて第四胃に食下
される量は九・四g
に倍増し、飼料蛋白質
の栄養価値を著し
く向上せしめること
を明らかにした。

本実験中、菌体の酸水溶液中に比較的少量にある未知のニンヒドリン陽性物質を追究し、単離して 2-aminoethyl-phosphonic acid (H₂N-CH₂-CH₂-P(=O)(OH)₂) と命名した。本物質

は炭素と燐とが直結している化合物で、天然物中に初めて発見されたものであつて、酸基としてホスホン基を、塩基としてアミノ基を有するアミノホスホン酸で、絨毛虫体中ではプロテオリピッド様物質として存在している。その分布は微生物中には極めて狭いが、絨毛虫及び反芻胃内細菌においてはシリアチン態燐は全燐中三〇五%を占めて著しく多く含まれている。

反芻動物は毎日綿山羊では〇・五g程度、牛では一g程度のシリアチンを摂取していると計算されるが、体中には山羊の肝臓中に存在することを分離同定により証明し、また³²P化合物を用いて乳汁中の非蛋白区分に存在することを、更に脱脂粉乳中より分離同定してその存在を証明した。またシリアチンは反芻動物の糞尿中に排泄される量は僅少であるので、体中における分解の可能性について研究し、山羊の糞中より本酸を唯一の燐源として生育できる¹⁴Coliに属する二種の菌を分離し、分解は一部腸内微生物によつて行なわれることを明らかにした。その分解の順序は¹⁵Pr-化合物の薄層クロマトグラフィによりアミノ基を失つた化合物の存在を認めたので、脱アミノ作用を受けて分解するものと推定される。

シリアチンの生理作用については、絨毛虫類はこれを生合成しており、寄主動物もこれを吸収利用しているから、何らかの作用を行なつているものと考えられるが、現在までの実験結果ではいまだ明確でない。

(2) ビタミン

ビタミンについては、牛の地方病と関連して特にB₁₂について研究を行ない、絨毛虫体のB₁₂含量はEuglena法によると肝臓に匹敵する量(40-100/100g)が含まれていることを明らかにした。これは四つの因子に分割することが

でき、その活性の三〇%が真の B_{12} で、他の一つの因子は Factor B と推定された。この B_{12} 活性は織毛虫の人工培養中に減少（二時間培養により五〇〜七〇%減少）するので織毛虫が生成するものでなく、細菌の合成したものを取り入れて自体に集積するものと認められる。

飼料中の B_{12} 活性は極めて僅かであるから、 B_{12} 活性は反芻胃内において細菌によつて合成され、その一部は織毛虫体に移行し、更に寄主動物に利用されると考えられるが、 B_{12} 欠乏症との関連は明らかでない。

(3) 炭水化物

織毛虫体中の炭水化物は主にアミロペクチン様のグルコサンで、無水物中二四〜三八%を占め、夏期は少なく、冬期は多くなる傾向がある。これは体内で消費されて CO_2 、低級脂肪酸等を産生する。

(4) 脂 質

織毛虫体中には無水物中約七%の粗脂肪が含まれ、夏、冬ともその含量にはほとんど差がない。虫体のアセトン可溶部中より m.p. 138°C、分子式 $C_{19-22}H_{30-36}O$ に相当する結晶を分離し、定性反応および赤外線吸収スペクトルにより OH は C_{18} において C_{18} 構成をとるステロールであることを認めたが生理的意義は明らかでない。また脂質も体内で消費されて CO_2 、低級脂肪酸等を産生する。

(5) 無機質

織毛虫体は無水物中約三%の灰分を含み、スペクトル分析の結果そのうちに通常の成分 (K, Na, Ca, Mg, Cl, P, S) の外に比較的多量の Co (乾物一〇〇g 中二〇〜四〇γ 比色分析)、微量の Ag, Al, B, Cr, Ti, V, Zn, Cu, Ni,

Pb. Sn. Sr. Si. を含むことを認めた。

三、物質代謝

(1) 蛋白質およびアミノ酸

反芻胃内容液および人工培養液を用いて実験した結果によれば、絨毛虫は多くの動植物性蛋白質を摂取し、アンモニアを排泄する外に微量のペプトイドおよびアミノ酸を培地中に放出する。アミノ酸についても同様にアミノ酸を体内にとり入れて、アンモニアを排泄するが、その割合はアミノ酸の種類により異なり、 HCO_2 アミノ酸を用いた実験結果では体蛋白質に含量の少ない Met. のとりこみは多く、体蛋白質中に多い Glu. Asp. Lys. 等のとりこみ量は少ない。このアミノ酸摂取量を蛋白質の摂取量と比較すると著しく少ないが、これは絨毛虫類の摂食法による差であつて、 HCO_2 アミノ酸を使用した実験結果によれば反芻胃内細菌と絨毛虫とを共存させて培養すると絨毛虫体の HCO_2 活性は単独培養時よりも高い。また HCO_2 反芻胃内細菌を用いた実験によれば、絨毛虫は粒食性であつて、溶液よりも固体の状態で窒素源をより多く摂取することが明らかにされた。この粒食性は絨毛虫の種類によつて異なり、*Oligotrichida* (貧毛目) は完全な粒食性であり、*Holotrichida* (全毛目) は粒食性であるとともに可溶性物質もよく摂取することができる。絨毛虫類の窒素代謝産物は飢餓培養時に上述のとおりアンモニアの外にアミノ酸およびペプトイドであつて、その量は排泄窒素に対し、六時間培養においてそれぞれ三〇—四三%、三〇—三三%、四—九%であり、アミノ酸態窒素の排泄がアンモニア態窒素と同程度に多量であることは絨毛虫類の代謝上注目すべき点である。排泄されるアミノ酸の種類は Ala. Glu. Pro. Lys. が特に多く、この傾向は飢餓および無蛋白培養でも差は認めら

れない。この排泄アミノ酸のパターンは織毛虫体内の遊離アミノ酸のパターンとは明らかに異なっており、織毛虫のアミノ酸の排泄あるいは吸収には独自の選択性があることが認められた。また織毛虫は尿素を全く分解することなく、反芻胃内の尿素の分解は細菌によるものであることを確認した。

(2) 炭水化物

前記の実験と同様な方法により、炭水化物の代謝を研究した結果、グルコース、フラクトース、マンノース、ガラクトース、シュクロース、マルトース、セロビオース、ラフィノース、イヌリン、澱粉を利用するが、キシロース、アラビノース、リポース、ラクトース、メリビオースは利用しないことを確認し、ラフィノースについてはその果糖部分のみを利用し、メリビオース部分を利用できないことを明らかにした。更に *Holotrichida* のうちの一属である *Dasytricha* は前記の糖類を利用するが他の目の *Oligotrichida* は澱粉のみを利用し、グルコースを利用しない。これは蛋白質とアミノ酸の場合と同様に織毛虫の摂食法と関連するものであつて、 HCO_2 グルコースを用いて生成する CO_2 を検索することにより、澱粉とともに摂取させるときは HCO_2 グルコースを利用して HCO_2 を産生することを認めた。この事實はグルコース代謝の第一段階に関係あるヘキソキナーゼは虫体ホモジネート中に存在するから、グルコースが外膜を通過できないためと推定され生化学的に興味深い問題と考えられる。

セルロースについての実験結果は *Entodinium* においてはキシロース等と同様に利用されないことを示しているが、セルロース塊がときとして虫体中に抱摂され、また体外に排出される現象と栄養との関係についてはいまだ明らかでない。

四、反芻胃内における繊毛虫の行動

(1) 反芻胃内における飼料の摂取後の経過に伴う繊毛虫群、細菌群の分布の変化を、濾過および分割遠沈法により分別し、全窒素、 CO_2 、および B_{12} を定量して検討した結果、その分布は極めて安定しており、摂取後の時間の経過に伴つてわずかに増減があるのみであることを明らかにした。すなわち微生物態窒素（繊毛虫群：細菌群は一：一・五）は反芻胃内容物中の窒素の約一五％を占め、これは全摂取窒素量の約三％に当り、また微生物態 CO_2 （繊毛虫群：細菌群は一：一・二）は反芻胃内容物中の CO_2 の三〇％をしめ、その第四胃への移行量は一五〇 γ と計算された。これにより非反芻動物と比較して反芻動物の CO_2 の必要量の著しく高い理由の一つは正常な胃内消化に伴い多量の CO_2 が必要とされているためであることが明らかにされた。同様にこの供試山羊は飼料中の B_{12} 活性は極めて僅かであるが一日一二〜三四 γ の B_{12} 活性が繊毛虫類と細菌とによつてほぼ同量ずつ供給されていることになり、 B_{12} 給源としての反芻胃内微生物の重要性を明確にすることができた。

(2) 繊毛虫は細菌を食物としていることは既に繊毛虫の蛋白質およびアミノ酸代謝の項で述べたが、*in vitro* の実験によつて繊毛虫と反芻胃内細菌とを共存させると明らかに細菌態窒素の減少と繊毛虫態窒素の増量があり、また繊毛虫の蛋白質代謝の結果、培地中に放出されるアンモニアは直ちに反芻胃内細菌によつて摂取されることを認め、反芻胃内において、この種の窒素循環が行なわれていることを明らかにした。

(3) CO_2 についてこれと同様の実験を in vivo を用いて行ない、培地中の CO_2 は速かに細菌に取り入れられ、ついで繊毛虫は細菌を摂食するとともに細菌中の CO_2 を体内にとり入れ、培養七時間まではこれを大体そのまま保つが、一部

培地中に放出された CO_2 は再び細菌によつてとり入れられることを知り、 CO_2 についても反芻胃内における微生物群間に物質循環が行なわれていることを明らかにした。

培地中の CO_2 含量と絨毛虫の生存との関係については低 CO_2 培養基 (5% / 100ml 以下) を EDTA を加えて調製し、これを用いて絨毛虫を培養した結果、この低 CO_2 培養基は短時間 (四〜六時間) では絨毛虫の生存に影響しないが、長時間 (五〇〜七〇時間) の培養では悪い影響を与えて生存時間を短くすることを認め、絨毛虫類は CO_2 を必須とすることが推定された。また反芻胃内細菌が培地中より速かに CO_2 を摂取することを知つたので、培地中の CO_2 含量と細菌体への取込みとの関係について実験し、普通培地 (CO_2 , 4.5% / 100ml) では五時間で六〇〜七〇% とり込まれるが五倍量培地中より三〇〜三五%、二〇倍量培地中よりは二〇〜二五% とり込まれる成績を得た。反芻胃内無菌濾液中の CO_2 含量は普通培地に相当する 4.5% / 100ml であるから、以上の結果はわが国内に反芻動物の CO_2 欠乏の存在の可能性を示唆するものである。

(4) ^{13}C を用いて同様な実験を行なつた結果、絨毛虫類も細菌もともに I を直接とり込むこと、前記の CO_2 と反対に ^{13}C は絨毛虫から細菌へは移行しないが、細菌から絨毛虫へは絨毛虫により摂取される細菌体とともに移行することを明らかにした。

(5) 尿素は飼料蛋白質の一部を代替できることは古くから知られていたことであるが、これを直接的に証明するため、泌乳中の乳牛を用い、 ^{15}N -尿素を与えて、反芻胃内微生物群への ^{15}N のとり込み、および乳汁中への移行について実験した結果、反芻胃内容物の分別区分 (飼料片、絨毛虫、細菌、上澄) に ^{15}N 濃度が最高になるのは上澄区分に

おいて投与後七五分以内、細菌区分において六時間前後、絨毛虫区分において約九時間であり、 L_{12} は上澄↓細菌↓絨毛虫の順に移行することが明確に認められた。また牛乳中には蛋白質区分に投与後約二三時間で L_{12} が現われたことは、絨毛虫体が寄主に利用されることを明らかに示しているものである。

五、絨毛虫類の反芻動物の栄養に及ぼす影響

反芻胃内絨毛虫の寄主動物の栄養に及ぼす総合的な影響を知るために二組の双生山羊 σ を用い、一群二頭は生後三日より母畜から隔離して人工哺育し、絨毛虫の棲息していない実験動物(PF群)とし、他群二頭は別の個体の反芻胃内容物を接種して絨毛虫を定着させた実験動物(正常群)とし、これらを用いて両群を比較した。その結果は反芻胃内容液のアンモニアおよび低級脂肪(VFA)の濃度はいずれも正常群がPF群より高く、反芻胃内での蛋白質・アミノ酸および炭水化物の分解に絨毛虫が与つていることを示した。また反芻胃内容物全体のアミノ酸組成に与える影響はアミノ酸分析の結果によると、正常群はPF群よりリジン、グルタミン酸の割合が多く、絨毛虫の存在によつて飼料蛋白質のアミノ酸組成の転換が寄主動物に有利に行なわれていることを示した。飼料成分の消化についても飼料が良質の場合は消化率に差を認めなかつたが、乾草を主とする飼料の場合には粗蛋白質の消化は正常群の方が四〜六%高く、窒素の蓄積は正常群の方がPF群より大であつた。すなわち反芻胃内絨毛虫は反芻胃内で飼料の分解を盛んにし、蛋白質の消化をよくし、体内の窒素栄養保持にもよい影響を与え、また四に述べたように B_{12} 、 Co. I についても増量され、飼料の実質向上に役立つことが認められた。但し、粗繊維の消化分解には明確な差が示されなかつた。

これを要するに本研究は、従来未解決であつた反芻胃内消化における絨毛虫類の役割について神立君の人工培養法を利用して生化学的研究を行ない、絨毛虫類は生物体成分としては初めてここに発見されたアミノホスホン酸のシリアチンを含むこと、絨毛虫類は寄主動物に対する良質蛋白質の栄養補給源となつてゐること、炭水化物および脂質の一つの給源であること、粒食性により固形養料を摂取しこれを利用してやすい形で寄主動物に供与すること、乾草飼料の蛋白質消化を増進すること、細菌との協力のもとに反芻動物への有用窒素の供給を増加し、また H_2 , CO_2 , I 等の重要な給源となつてゐること、等の新見を明らかにし、反芻胃における消化現象の全貌を初めて明確にしたことは學術の進歩と家畜飼養技術の発達に極めて重要な寄与をなしたものと認める。

主要な論文目録

- 一、佐々木林治郎、神立誠…七葉樹種実成分に関する化学的研究(一) 農化一二卷 六七五(一九三六)
- 二、神立誠…鶏卵の組成について 糧食研究一三五卷 六七八(一九三七)
- 三、佐々木林治郎、神立誠…牛乳及乳製品の蔗糖過剩障害に対する防治効果に就きて 農化一四卷 七(一九三八)
- 四、佐々木林治郎、神立誠…七葉樹種実成分の化学的研究(二) 農化一四卷 二六三(一九三八)
- 五、神立誠…家兔筋肉の窒素及灰分含量に就いて 農化一五卷 三一七(一九三九)
- 六、佐々木林治郎、神立誠、湊昇平…綿羊肉の燻製に関する試験成績 農化一五卷 三三七(一九三九)
- 七、神立誠…家兔筋漿の窒素分布に就て 農化一六卷 七一(一九四〇)
- 八、神立誠…七葉樹種実成分の化学的研究(三) 農化一六卷 七四一(一九四〇)
- 九、神立誠…家兔筋肉蛋白のアミノ酸組成に就て 農化一七卷 七三一(一九四一)
- 一〇、神立誠…家兔筋肉アルブミンの化学的性質に就て(其の一) 農化二二卷 二六(一九四六)

- 一一、神立誠、井上幸子・青刈大麦の簡易乾燥及貯藏法に就て 農学一卷 四五(一九四七)
 - 一二、神立誠・焼米 東北農業一卷 一八(一九四七)
 - 一三、神立誠・筋肉蛋白質の窒素の型態に及ぼす血液蛋白質及び糖の影響について 農化二二卷 五(一九四八)
 - 一四、神立誠・筋肉蛋白質中の硫黄形態に就て 農化二二卷 五(一九四八)
 - 一五、神立誠・筋肉蛋白質中の燐の形態に就て 農化二二卷 六(一九四八)
 - 一六、神立誠・筋肉蛋白質のスルフヒドリル及びヂスルヒド群に就て 農化二二卷 六(一九四八)
 - 一七、神立誠・筋肉蛋白質中のオキシプロリン及び其の他に就て 農化二二卷 七(一九四八)
 - 一八、神立誠・筋肉蛋白質の Diketopiperazine 反応に就て 農化二二卷 一〇九(一九四八)
 - 一九、神立誠、須藤恒二、晴山信一・青刈大麦の栄養価について 東北農業二卷 九二(一九四八)
 - 二〇、神立誠、中野絢子・わずれぐさの栄養価 栄養と食糧 二卷 二〇七(一九五〇)
 - 二一、神立誠、晴山信一、外一名・まつばの栄養価 東北農業四卷 七五(一九五〇)
 - 二二、神立誠、有吉修二郎・トリプトファン欠乏と筋肉蛋白質アミノ酸組成との関係 農化二五卷 二四〇(一九五二)
- 五一)
- 二三、神立誠、西宏・赤クローバー及びオーチャードより蛋白質の単離に就て 農化二五卷 五六二(一九五二)
 - 二四、神立誠、保井忠彦・大根葉の非蛋白態含窒素化合物に就て 農化二七卷 六六(一九五三)
 - 二五、神立誠、須藤恒二、外一名・青刈大麦の栄養価に就て(一) 日畜会報二三卷 一四八(一九五三)
 - 二六、神立誠、坂戸輝好・青刈大麦の栄養価に就て(二) 日畜会報二四卷 四三(一九五三)
 - 二七、神立誠、堀米隆男・青刈大麦の消化率 東北農業七卷 二六(一九五三)
 - 二八、神立誠、保井忠彦・青刈大豆葉乾燥時における窒素形態の変化に就て 農化二八卷 四九四(一九五四)
 - 二九、神立誠、吉原一郎、外一名・飼料、盲腸内容物及び糞の組成について 日畜会報二五卷 一八九(一九五四)
 - 三〇、神立誠、松井永一・酵母蛋白質の栄養価 日畜会報二六卷 九七(一九五五)

- 三一、神立誠、橋本勲：ライ麦の栄養価について 畜産の研究九卷 八四一（一九五五）
- 三二、西宏、神立誠：レッドクロバー細胞蛋白質の随伴物質について 農化二九卷 六五三（一九五五）
- 三三、神立誠、岡部竜三：飼料混合物の消化試験 日畜会報二六卷 一四一（一九五五）
- 三四、神立誠、堀米隆男：赤クローバー蛋白質の溶解性と消化との関係 日畜会報二六卷 一六五（一九五五）
- 三五、神立誠、松本達郎、外二名：フイステル設置着山羊の飼養及びガスの組成に就て 農化二九卷 七五九（一九五五）
- 三六、神立誠、高橋直身：Infusoriaの人工培養に就て(一) 農化二九卷 八三三（一九五五）
- 三七、神立誠、高橋直身：Infusoriaの人工培養に就て(二) 農化二九卷 九一五（一九五五）
- 三八、神立誠、佐藤民雄：澱粉質食品中の純蛋白質迅速定量法に就て 栄養と食糧八卷 一〇（一九五五）
- 三九、神立誠、堀米隆男：単離赤クローバー蛋白質の化学的性質に就て(一) 日畜会報二六卷 二五三（一九五五）
- 四〇、神立誠、高橋直身：Infusoriaの人工培養に就て(三) 農化三〇卷 九六（一九五六）
- 四一、神立誠、森 文平：飼料中コバルト含量に就て 農化三〇卷 一〇〇（一九五六）
- 四二、神立誠、山本鎮雄：Infusoriaの人工発生に就て 日畜会報二七卷 六三（一九五六）
- 四三、M. Kandatsu and I. Yoshihara: Studies on the stagnation of radioactive isotopes in the body of farm animals. The Research in the Effects and Influences of the Nuclear Bomb Test Explosions, 707-708 (1956).
- 四四、神立誠、山口迪夫：窒素出納と肝臓中の Xanthin oxidase との関係 栄養と食糧八卷 一二七（一九五六）
- 四五、神立誠、矢津則之、外一名：胃内容積に就て 日畜会報二七卷 七七（一九五六）
- 四六、神立誠、森文平、外一名：ヤギのコバルト出納試験 生化学二八卷 四五（一九五六）
- 四七、神立誠、保井忠彦：青刈大豆葉蛋白質の消化に及ぼす各種乾燥方法の影響について(一) 農化三二卷 六九〇（一九五七）

- 四八、神立誠、堀米隆男：レッドクローバー乾燥時における窒素形態の変化について 日畜会報二八卷 二七七
 (一九五七)
- 四九、神立誠、保井忠彦：青刈大豆葉蛋白質の消化に及ぼす各種乾燥方法の影響について(一) 農化三三卷 六一
 (一九五八)
- 五〇、M. Kandatsu and K. Kikuno: α -Amino Isobutyric Acid as a Constituent Amino Acid of Protein
 (Studies on Muscle Proteins. Part 14). Bull. Agr. Chem. Soc. Japan, 22 (5), 339-340 (1958).
- 五一、神立誠、尾崎敏男：Infusoria 中のビタミンB₁₂様物質について ビタミン一五卷 五五九(一九五八)
- 五二、神立誠、森文平、外一名：第一胃内容物中の窒素及びコバルト分布の絶食時における変化 農化三三卷 二
 四九(一九五八)
- 五三、神立誠、尾崎敏男、外一名：反芻胃内容物中の絶食時におけるビタミンB₁₂様物質の変化 ビタミン一六卷
 二七(一九五八)
- 五四、神立誠、吉原一郎、外一名：家兔の hard feces および soft feces の排泄状態とその成分について 日畜会
 報二九卷 三六三(一九五九)
- 五五、神立誠、内藤博：シリカゲル分配クロマトグラフィーによる中性アミノ酸の定量について 農化三三卷 一
 七〇(一九五九)
- 五六、神立誠、桑野文雄：反芻胃内の揮発性脂肪酸の消長について 農化三三卷 二五五(一九五九)
- 五七、神立誠、斉藤洋子：酵母蛋白の栄養価(二) 栄養と食糧一二卷 二五(一九五九)
- 五八、桑野文雄、神立誠：反芻胃内におけるキシランの消化について 農化三三卷 七三七(一九五九)
- 五九、吉田勉、神立誠：盲腸内容物 hard feces および soft feces の窒素分布 日畜会報 三〇卷 一五一(一九
 五九)
- 六〇、桑野文雄、神立誠：反芻胃内における澱粉の消化について 農化三三卷 八六七(一九五九)

- 六一、桑野文雄、神立誠：反芻胃内の揮発性脂肪酸生成に及ぼす粗飼料の影響 日畜会報 三〇巻 一五八（一九五九）
- 五九）
- 六二、神立誠、高橋直身：Infusoria の人工培養について 日畜会報三〇巻 一六六（一九五九）
- 六三、神立誠、亀高正夫：ペレット給与時の山羊第一胃内インフゾリヤ数について 畜産の研究一三巻 六九（一九五九）
- 六四、神立誠、保井忠彦：青刈大豆葉蛋白質の消化に及ぼす各種乾燥方法の影響について 農化三三巻 八九三（一九五九）
- 六五、神立誠、保井忠彦：青刈大豆葉蛋白質の消化に及ぼす各種乾燥方法の影響について 農化三三巻 八九九（一九五九）
- 六六、M. Horiguchi and M. Kandatsu: Isolation of 2-Aminoethane Phosphonic Acid from Rumen Protozoa. *Nature*, 184, 901-902 (1959).
- 六七、神立誠、斉藤洋子：酵母蛋白質の栄養価 ④ 栄養と食糧一二巻 二六（一九六〇）
- 六八、神立誠、斉藤洋子：数種の動物尿中のアラントイン態及び尿酸態窒素含量 農化三四巻 五二八（一九六〇）
- 六九、堀米隆男、神立誠：単離白クローバー葉蛋白質の消化比較、日畜会報三〇巻 三八一（一九六〇）
- 七〇、山口迪夫、神立誠：白ねずみの飼育方法に関する考案 ① 農化三四巻 七一（一九六〇）
- 七一、M. Horiguchi and M. Kandatsu: Ciliate: A New Aminophosphonic Acid Contained in Rumen Ciliate Protozoa. Studies on the Reticulo-rumen Digestion. Part XVII. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan*, 24 (6), 565-570 (1960).
- 七十二、I. Yoshihara and M. Kandatsu: Studies on Cecum Digestion. Part IV. On the Movement of Cecal Contents in the Rabbit (1). *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan*, 24 (6), 543-547 (1960).
- 七十三、吉原一郎、神立誠：家兔の盲腸内容物の出入について 日畜会報三一巻 一二五（一九六〇）

- 七四、吉田勉、神立誠：盲腸内容物 hard feces および soft feces の水溶性区分の窒素について 日畜会報三一巻 一八一（一九六〇）
- 七五、神立誠、保井忠彦：青刈大豆葉蛋白質の消化に及ぼす各種乾燥方法の影響について 農化三四巻 九一九（一九六〇）
- 七六、菅原道照、神立誠：鶏の代謝性糞中グリシン (metabolic fecal glycine) について 日畜会報三一巻 一三四（一九六〇）
- 七七、神立誠、森文平、外一名：第一胃内容物中の窒素及びユルチ分布の正常時における変化 農化三五巻 八七（一九六一）
- 七八、神立誠、尾崎敏男、外一名：第一胃内容物中のビタミンB₁₂様物質の正常時における変化 ビタミン二二巻 一一（一九六一）
- 七九、桑野文雄、神立誠：反芻胃内微生物による揮発性脂肪酸生成に影響する諸因子について 農化三五巻 三六〇（一九六一）
- 八〇、山口迪夫、神立誠：シロネズミの飼育方法に関する考案 生化学三三巻 五四九（一九六一）
- 八一、M. Kandatsu and K. Kikuno: *α*-Aminobutyric Acid as the Constituent Amino Acid of Protein (Studies on Muscle Proteins Part XIV.) Agr. Biol. Chem., 28 (3), 234-239 (1961).
- 八二、神立誠：ブロイラー用鶏を目的とした育雛試験における大麦配合の影響 昭和三六年度大裸麦の新規用途開発に関する研究 研究報告（食糧庁）四一（一九六二）
- 八三、神立誠：モレヤ飼養試験報告 モレヤ飼料研究会報三巻 一（一九六一）
- 八四、M. Kandatsu and M. Horiguchi: Occurrence of Chitane (2-Aminoethylphosphonic Acid) in *Tetralymena* Agr. Biol. Chem., 26 (10), 721-722 (1962).
- 八五、神立誠、保井忠彦：大麦幼植物根の栄養価 畜産の研究一七巻 五九（一九六三）

- 八六、神立誠、高橋直身：Infusoria の窒素代謝(一) 日畜会報三四卷 一四三(一九六三)
 八七、神立誠、高橋直身：Infusoria の窒素代謝(二) 農化三七卷 四八六(一九六三)
 八八、神立誠、高橋直身：Infusoria の窒素代謝(三) 日畜会報三四卷 一四八(一九六三)
 八九、神立誠：ブローラーを目的とした育雛試験における処理大麦配合の影響 昭和三十七年度大裸麦の新規用途開発に関する研究 研究報告 三七(一九六三)
 九〇、神立誠、保井忠彦：クロレラ蛋白質の栄養価(一) 栄養と食糧一六卷 七〇(一九六三)
 九一、神立誠、保井忠彦：クロレラ蛋白質の栄養価(二) 栄養と食糧一六卷 四一一(一九六四)
 九二、吉田勉、神立誠：盲腸内容物、hard faeces および soft faeces 中の遊離アミノ酸について 日畜会報三五卷 六四(一九六四)
 九三、神立誠、保井忠彦：クロレラ蛋白質の栄養価(三) 栄養と食糧一六卷 五一六(一九六四)
 九四、堀米隆男、神立誠：草類の単離蛋白質の消化率について 農化三八卷 一二一(一九六四)
 九五、M. Horiguchi and M. Kandatsu: Polymorphism of Ciliate (2-Aminoethylphosphonic Acid). Agr. Biol. Chem., 28 (6), 408-410 (1964).
 九六、一之瀬幸男、神立誠：消化率測定用 index としてのケイ酸について 農化三八卷 (一九六四)
 九七、神立誠、森文平：第一胃内微生物間におけるコバルトの転移 農化三八卷 三三七(一九六四)
 九八、中島泰治、神立誠：家兎におけるアンモニウム態窒素の利用(一) 農化三八卷 四二三(一九六四)
 九九、菅原道熙、神立誠：白鼠のグリシン代謝量について 農化三八卷 四七二(一九六四)
 一〇〇、菅原道熙、神立誠：鶏の尿中グリシン、クレアチン及びクレアチニン含量について 日畜会報三五卷 二七六(一九六四)
 一〇一、船引竜平、神立誠：筋肉蛋白質の代謝回転(一) 農化三九卷 一〇九(一九六五)
 一〇二、船引竜平、神立誠：筋肉蛋白質の代謝回転(二) 農化三九卷 一五七(一九六五)

- 一〇三、船引竜平、神立誠：筋肉蛋白質の代謝回転(Ⅱ) 農化三九卷 一五七(一九六五)
- 一〇四、船引竜平、神立誠：筋肉蛋白質の代謝回転(Ⅲ) 農化三九卷 三〇七(一九六五)
- 一〇五、M. Kandatsu and M. Horiguchi: The Occurrence of Ciliatine (2-Aminoethylphosphonic Acid) in the Goat Liver. *Agr. Biol. Chem.*, **29**, 781 (1965).
- 一〇六、M. Kandatsu and H. Horiguchi: Incorporation of Ciliatine (2-Aminoethylphosphonic Acid) into Lipids of the Goat Liver. *Agr. Biol. Chem.*, **29**, 779 (1965).
- 一〇七、T. Noguchi and M. Kandatsu: Proteolytic Activity in the Myofibrillar Fraction of Rat Skeletal Muscle. *Agr. Biol. Chem.*, **30**, 199 (1965).
- 一〇八、M. Kandatsu and R. Onodera: Amino Acid and Protein Metabolism of Rumen Ciliate Protozoa. *Annual Report (1965)*, **25**, Tanabe Amino Acid Research Foundation (1966).
- 一〇九、堀米隆男、神立誠：赤タローバー葉のフェノール化合物およびその蛋白質の消化率に及ぼす影響 農化四〇卷 二四六(一九六六)
- 一一〇、堀米隆男、神立誠：茗葉のフェノール化合物およびオルソジフェノールオキシダーゼの蛋白質の消化率に及ぼす影響 農化四〇卷 四四九(一九六六)
- 一一一、神立誠、保井忠彦：青刈大豆葉、大根葉蛋白質の消化に及ぼすグルコースならびに生葉プロテアーゼの影響に及ぼす影響 農化四一巻 一一七(一九六七)
- 一二一、Y. Yamatani and M. Kandatsu: Influence of Dietary Condition on Muscle Protein Composition (1). *Agr. Biol. Chem.*, **31**, 700 (1967).
- 一二二、Y. Yamatani and M. Kandatsu: Influence of Dietary Condition on Muscle Protein Composition (2). *Agr. Biol. Chem.*, **31**, 705 (1967).
- 一二三、M. Yamaguchi and M. Kandatsu: Studies on the Metabolic Activity of Muscle Proteins (1). *Agr.*

- Biol. Chem., **31**, 776 (1967).
- 115' 吉田勉、神立誠：家兔の盲腸フェイステル手術および経口投与した $C_{12}O_2$ の hard feces と soft feces の排泄について 日畜会報三三八巻 三五八（一九六七）
- 116' M. Yamaguchi and M. Kandatsu : Studies on the Metabolic Activity of Muscle Proteins (2). Agr. Biol. Chem., **31**, 1372 (1967).
- 117' M. Sugawara and M. Kandatsu : The Turnover Rates of Glycine in the Tissue Proteins. Agr. Biol. Chem., **31**, 1389 (1967).
- 118' M. Abe and M. Kandatsu : Untersuchungen zur Verwertung von Nicht-Protein-Stickstoff (NPN) Verbindungen beim Wiederkäuer, Arch. f. Tierernährung. (1967).