

特別講演要旨

ニカメイチュウの栄養と代謝

石井象二郎

(農林省農業技術研究所)

害虫の生態と防除については、なお残された多くの問題があるが、ここでは著者の行った二、三の実験を主体としてニカメイチュウの栄養と代謝の面を考察してみたい。いつたいニカメイチュウはなぜイネを食べて育つか、そして、どのように被害が構成されているのかということであるが、農業全盛の現在ではとかく薬剤に幻惑されるためか、害虫本来の基礎的研究が比較的注目の少いことのように誤解されている向もみられるので、特にこうした課題を選んだ次第である。もちろん、これが直ちに防除の推進に役立つかどうかは将来が決定するであろうが、一応基礎的なことがらを解説していくこととしたい。

1. イネの莖とはどんなものであるか。この問題の入口として、まづ、8月16日と9月15日の2回にイネの葉と根をとつて、莖の部分だけについて一般分析を行ったところが第1表のような結果を得た。この

第1表 イネの莖の組成

組成要素	8月16日	9月15日
水分	88.00%	85.17%
灰分	1.59	2.51
粗脂肪	0.18	0.19
粗蛋白質	1.46	1.22
粗繊維	3.82	4.83
可溶性無窒素物	4.95	6.08

灰分とは無機物であり、可溶性無窒素物とは主として糖類であ

るが、この可溶性無窒素物が8月より9月に多いのは穂ばらみ期から乳熟期にかけて葉で合成された糖が穂に移行していくからである。しかしこのような一般分析結果ではイネもムギもほとんど同じであつて、トウモロコシでもおそらく同一傾向であろう。したがつて、こうした分析ではニカメイチュウとイネとの関係を特に抽出することはむづかしい。

2. 消化酵素はどうか。メイチュウがイネを食べると自分の消化管の中でこれを吸収できるものにかえていくが、そのはたらきをするものに酵素がある。そこで、その調査をしてみると第2表のようになる。

サツカラゼは蔗糖をグルコースとフラクトースに分ける酵素で作用も強く、マルターゼは麦芽糖を2分子のグルコースに分解し、トレハラーゼはトレハロースをグルコースに、ラフィナーゼはラフィノースをガラクトースとグルコースとフラクトースに分解する。アミラーゼは澱粉をグルコースに分解する酵素であるが、メイチュウにはごくわずしかなく、その作用も弱い。イヌラーゼはイヌリンをフラクトースに分解する酵素であるがイネにはイヌリンの存在は考えられない。以上の中ではサツカラゼが最も強い作用をもつ酵素である。脂肪分解酵素にはリパーゼがあつて脂肪を脂肪酸とグリセリンに分解する。蛋白質分解酵素にはトリプシンとエレブシンがあつて、蛋白質をアミノ酸まで分解する。イネの体内にある蛋白質はそのままでは利用されないで、アミノ酸に分解されてはじめて利用されるが、中にはアミノ酸が幾つかつながつたペプチットの形のまま利用されているものもあるらしい。ニカメイチュウの消化液はアルカリ性で、トリプシン

第2表 ニカメイチュウの消化酵素

酵素の種類	作用の模式
炭水化物分解酵素	Sucrase 蔗糖→グルコース+フラクトース
	Maltase 麦芽糖→グルコース
	Treharase トレハロース→グルコース
	Raffinase ラフィノース→ガラクトース+グルコース+フラクトース
	Amylase 澱粉→グルコース
	Inulase イヌリン→フラクトース
脂肪分解酵素	Lipase 脂肪→脂肪酸+グリセリン
蛋白質分解酵素	Trypsin 蛋白→ポリペプチット, アミノ酸
	Erepsin ポリペプチット→アミノ酸

とエレブシンがはたらくのは当然のことで、酸性で作用するペプシンはメイチュウの体内にはみられない。ここで考えなければならないのは、人間の場合も同じであるが、消化管中に微生物がいてそれが虫体内になり特別な酵素を出すのではないかということである。事実木材害虫などは微生物の作用を必要とするものもある。しかし、イネにはメイチュウが育つ上に必要なものが含まれているので、微生物の作用を特別に必要とするとは思われない。また、イネを殺菌し、その中に殺菌した卵を入れ、無菌飼育をしてもメイチュウは育つので、このことから前記のことが考えられよう。メイチュウに対してイネの成分がどのように作用しているかについては、イネをいくら細かく分析し、いくら細かくよせあつめて考えても答はでてこない。

1950年に、アメリカ・ウイスコンシン州のベック氏がアワノメイガを合成飼料で無菌飼育し、それに成功した。この虫の食草は100種ほどもあるが、莖内に食入する点でメイチュウに似ている。そこで第3表のような人工飼料を作り、アワノメイガのように無菌飼育を行つたところ、イネでないこのような人工飼料を食べて卵から親まで育つことがわかつた。即ち、繊維は濾紙を、無機塩混合物はマグネシウム、磷、鉄など

第3表 ニカメイチュウの人工飼料

飼育材料	分量
水	125cc
寒天	3.5g
繊維	3.0
グルコース	3.5
蔗糖	1.5
カゼイン	5.5
コレステロール	0.1
コリンクロライド	0.05
無機塩混合物	1.0
乾燥酵母	2.2~4.4
イネ茎乾燥物	1.8

で、乾燥酵母はエビオスを用いた。これを三角フラスコに入れ、コッホ殺菌釜で殺菌し、その中に殺菌した卵を入れて飼育したのである。「蛋白なきところには生命なし」とは栄養学者の至言であるが昆虫でも全くその通りである。メイチュウ体内では食物中の蛋白は分解されてアミノ酸になることは前述の通りであるが、いつたいイネとメイチュウでは体内にあるアミノ酸にちがひがあるのであろうか。これについて調査した結果は第4表の通りである。この表によると、両者の体内にあるアミノ酸は大体共通していることがわかる。人工飼料時のカゼインのアミノ酸の種類もイネと共通であるから、このような分析だけでは、特に必要なアミノ酸がどれであるかはわからない。しかし、アミノ酸中には、自体内で作れるものと、餌からとらねばならないものがあるので、この点をたしかめるために実験を行つた。この実験に用いた飼料は第5表のようなもので、カゼイン、酵母、イネを除いた単純なもの

第4表 イネ茎及びニカメイチュウ体内のアミノ酸比較

アミノ酸の種類	イネ茎内	ニカメイチュウ体内
グリシン	○	○
アラニン	○	○
バロリン	○	○
ロイシン	○	○
イソロイシン	○	○
セリニン	○	○
スレオニン	○	○
フェニールアラニン	○	○
チロシン	○	○
メチオニン	○	○
シスチニン	?	○
アスパラギン酸	○	○
グルタミン酸	○	○
リジン	○	○
アルギニン	○	○
ヒスチジン	○	○
プロリン	?	○
オキシプロリン	?	○
トリプトファン	○	○

第5表 アミノ酸実験の人工飼料

飼育材料	分量
寒天	0.1 g
繊維	0.3
グルコース	0.5
蔗糖	0.2
無機塩混合物	0.06
コレステロール	0.006
ビタミンB混合物	別表
水	10cc

し、ビタミンBの混合物はあとから加えた。各ビタミンの量は第9表の1/2である。そして、これに19種のアミノ酸混合物よりひとつずつアミノ酸をぬいた飼料を作り、必須アミノ酸を検出しようとした。その結果は第6表のようで、これをネズミのものと比較してみると、ニカメイチュウとネズミの生育に必要なアミノ酸は○印のある10種類で、この中の1つでも欠けると生育しないで、やがて死亡する。しかし他のものは不必要ということではなく自体内で作れるということなのである。これについての証明は、グリシンが飼料中になくても育つたメイチュウの体内からグリシンの存在を発見できたことで、その他のアミノ酸についても証明できたがオキシプロリンの証明だけでは判然としていない。こうしたアミノ酸が動物とどういう関係にあるかは、人間では実験できないので哺乳動物としてネズミで実験されている。第6表から考えると人間に必要なアミノ酸が欠けるとニカメイチュウも育たないということになるのかも知れない。

3. ビタミン関係。昆虫にビタミンが必要であることはかなり古くから知られていたが、どれが必要であるかについては1930年以降に新しくわかつてきた。まづ、ビタミンを大きく分けると、A) 脂溶性ビタミン (Vit. A, D, E, K等), B) ビタミンB群 (Vit. B₁, B₂, B₆, B₁₂, ニコチン酸, パントテ

第6表 ニカメイチユウとネズミの生育に必要なアミノ酸

アミノ酸の種類	ニカメイチユウ	ネズミ
グリシン	—	—
アラニン	—	—
バロイシン	○	○
イソロイシン	○	○
セロイニン	—	—
スレオニン	○	○
フェニルアラニン	○	○
メロシン	—	—
チオニン	○	○
シスチン	—	—
アスパラギン酸	—	—
グルタミン酸	—	—
リジン	○	○
アルギニン	○	○
ヒスチジン	○	○
プロリン	—	—
オトリプトファン	○	○

ン酸・葉酸・ピオチン・コリン・イノシット・パラアミノ安息香酸等) 〇) その他(ビタミンC) とするこ とができ る。そこ

は第9表の通りで、この表中◎印はこれがないと育たないものを示し、B₁、B₂、B₆、ニコチン酸、パントテン酸、葉酸、ピオチン等がそれである。また、コリンクロライド、イノシット、パラアミノ安息香酸などはなくても影響を受けないようであるが、全く無くて

第9表 ビタミンB群の実験飼料とその必要程度

種類	分量	必要程度
B ₁	150 g	◎
B ₂	75	○
B ₆	75	◎
ニコチン酸	150	◎
パントテン酸	150	◎
葉酸	15	◎
コリンクロライド	3000	
イノシット	1500	
パラアミノ安息香酸	150	
ピオチン	15	○

もよいかどうかについてはなお証明できていない。育たなかつたメイチユウをみると、飼

第7表 脂溶性ビタミンの試験飼料

飼育材料	分量
水	63cc
エーテル抽出寒天	1.0g
繊維グルコース	1.4
蔗糖	1.9
エーテル抽出カゼイン	0.9
// 酵母	2.8
// 稲茎	2.2
無機塩混合物	0.9
	0.2

めに脂溶性ビタミンについて実験した。これに用いた飼料は、第7表の通りで、寒天・カゼイン・酵母・イネ莖はすべてエーテルで抽出し油脂性のものは

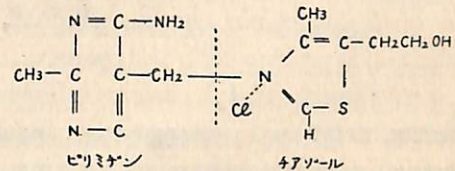
除いた。この飼料ではメイチユウは育つことができない。ところが、これにコレステロールを加えると育つ。油に溶けるビタミンとしてA、D、E、Kは必要ないがコレステロールは必要である。イネの中にはコレステロールに似たものが含まれているが、これについては省略する。メイチユウには脂肪は必要でなく体内で脂肪を作つて生育することができることになる。ビタミンDとコレステロールとは非常によく似たもので、コレステロールの必要量はメイチユウに於ては多いが、これがビタミンの役割も果しているかどうかについてはわからない。つぎは、ビタミンB群の必要

第8表 ビタミンB群の実験飼料

飼育材料	分量
寒天	0.3 g
繊維グルコース	1.0
蔗糖	1.5
カゼイン	0.7
無機塩混合物	2.2
コレステロール	0.2
水	0.02
	30 cc

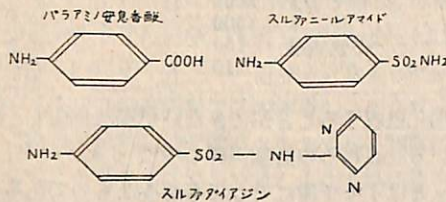
性に関する試験であるが、酵母やイネ莖が入ると結果の解析に具合がわるいので第8表のような人工飼料を作つてアミノ酸の実験と同じように、わかっているB群を一つ一つ除いて飼育した。その結果

料を消化吸収することができないで腸は黒変し、死亡している。これらの必須B群の中でビタミンB₁とピオチンとはイモチ菌にとつても必要なものである。ピオチンは特殊な化合物であつて植物にもわずかに含まれているが人工飼料中にもどこかに入つている可能性が大きいのでこれを除くため、生卵又はそれを煮て使つた。生卵の白味の中にはアビジンという蛋白の1種を含みピオチンの作用を阻害するので人工飼料の中に生卵を入れて阻害を起させるものと、煮た卵を入れて阻害を起させないものにした。すると、阻害を起すと死ぬが阻害しないと死なないことがわかつた。



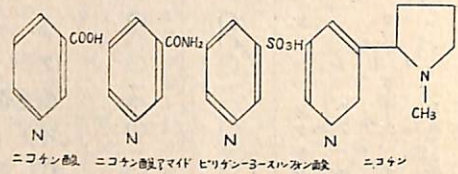
ビタミンB群の中で特にメイチユウに必要なものの一つにビタミンB₁があるが、その構造式は別記の通りである。B₁は炭水化物の代謝に関係があり、イネの中ではピリミジンとチアゾールの誘導体が葉の中で結合してビタミンB₁になつている。イモチ菌はピリミジンとチアゾールとが別々に存在した場合でも、これを勝手に結合させてB₁として利用してしまうのであるが、メイチユウの場合でもピリミジンとチアゾールを結合させて利用することができるかどうかについて実験した。即ち、人工飼料の中にB₁のかわりにピリミジンとチアゾールを入れたものと、B₁を入れたものを作り、それでメイチユウを飼育したところ、イモチ菌とちがつてビタミンB₁の先駆物質であるピリミジンとチアゾールとを結合させる能力はなく、ビタ

ミン B₁ だけしか利用できないことがわかった。これらのことから考察すると、食餌内でもし B₁ が分解してしまうか、或いは、メイチュウの体内で分解してしまうことになれば育ち得ないこととなるから、ピリミジンとチアゾールとの結びつきを断ち切る酵素アノイリナーゼなどを応用すると、新しい殺虫場面とならないであろうかということも考えられるし、また、B₁ のようにごく微量が生育に作用するものにはこれに反対の作用を示す代謝拮抗物質を利用することなども考えられる。すなわち、パラアミノ安息香酸はある種の菌の生育に必要であるが、これの作用をとめるものにスルファニールアミドがある。この場合にはア



ミノ安息香酸とスルファニールアミドとの構造は非常によく似ているのである。そこで、メイチュウの場

合は、拮抗作用の考えられるものとして B₁, B₆, パントテン酸などが挙げられようが、これらの構造はかなり複雑であるため、農薬としては構造簡単なニコチン酸を考えてみた。ニコチン酸はニコチン酸アミド



になり、コエンチームの構成成分となつて生体の酸化還元重要な役割を果している。これと拮抗する物質としてピリジン-3-スルホン酸が知られている。しかし残念なことにはニカメイチュウでは拮抗作用を見ることができなかつた。代謝拮抗物質は最近人体のガン細胞にも応用されるようになってきている。これらの研究が虫害防除に一面の期待をもつて登場する日は尙将来のことであろうが、それまでの基礎を確実に築く意味に於ても、この種の研究と知識の普及が極めて大切であると信ずる次第である。

害虫の薬剤防除に関する諸問題

石 倉 秀 次

(農林省農業技術研究所)

(I)

第1表 最近におけるメイチュウ類の被害発生状況

年 度	被害面積 (町)	減収石数	被害面積1町歩当減収石数
昭24年	107,120	255,350	2.38
25	67,020	173,930	2.59
26	279,550	719,390	2.58
27	459,970	1,101,540	2.40
28	609,190	1,181,810	1.94
29	592,420	700,500	1.19
30	594,610	479,590	0.80

如左の証左の1と考えられる。

このように薬剤防除が卓効を示すに至つたのは殺虫剤そのものの効力が著しく増進したことにもよるが、またそれが大規模に使用されるようになったためでもある。殺虫剤は強力な殺虫力以外に好ましくない悪作用がないことを理想とするが、現在強力な殺虫作用がある化合物は、昆虫以外の動物に対しても強力な毒性を有するものである。このような殺虫剤は小規模に使用されている間は使用に際して注意も行届くし、殺虫

昭和22年、DDTについての試験を開始して以来、新殺虫剤による害虫防除の試験研究は今年で10年目になるが、この間に明かにされた二、三の防除法は大規模に実用化されたことは周知の通りである。殊に従来防除がきわめて困難だつたニカメイチュウも、パラチオンの導入によつてかなりの的確に防除できるようになり、この防除法は昭和27、8両年の間に全国に普及した。いま農林統計から昭和27年以降のメイチュウによる稲作被害面積と減収石数を転掲すると第1表の通りであるが、これによると被害面積は恐らく肥料事情の好転に基因して昭和28年頃まで年を追つて増加し、この間被害面積1町歩当りの減収石数は2石4斗~2石6斗の間を変動していた。その後は被害面積の増加は停止し、1町歩当り減収石数も、年々著減する傾向を示し、昨年には僅に8斗に減少した。これはパラチオンによるメイチュウの防除が大きな効果を挙げている