

カイコ5齡幼虫の成長と飼料中のタンパク含量およびピリドキシン添加量

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者	浜野, 国勝 土田, 耕三
巻/号	58巻5号
掲載ページ	p. 380-386
発行年月	1989年10月

カイコ5齢幼虫の成長と飼料中のタンパク 含量およびピリドキシン添加量

浜野国勝¹⁾・土田耕三²⁾

- 1) 府中市幸町・東京農工大学農学部 (〒183)
- 2) University of Arizona, Tucson, Arizona 85721, USA
(1989年3月29日 受領)

KUNIKATSU HAMANO and KOZO TSUCHIDA: Effect of dietary levels of protein and pyridoxine on growth of 5th instar larvae of the silkworm, *Bombyx mori*

The effects of the dietary levels of protein and pyridoxine (B_6) on growth and survival of the 5th-instar larvae of the silkworm were studied under aseptic condition. The silkworms were reared with the twenty-four different diets containing 15 to 60% of protein in combination with 0 to 1 mg B_6 per g of the dry diet. When the larvae reared on the diet containing 30, 45, and 60% protein, they grew well at B_6 levels of 10, 100 μg , and 1 mg, respectively. All the larvae died with the diet containing less than 0.1 μg of B_6 before pupation. Mortality of larvae was very high when they fed on high protein and low B_6 diet. Mortality of larvae was lowered with the increase of protein content in the diet. When the dietary protein level was low, excess amounts of B_6 showed slightly an inhibitory effect on the larval growth. Female larvae required a higher amount of B_6 than male larvae throughout the development. Minimum quantity of B_6 for survival ranged from 6 to 8 μg in female and from 4 to 6 μg in male larvae. Larvae needed more amounts of protein and B_6 for the growth of silk gland, than those for the other tissues.^{(1)Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu, Tokyo 183;}^(2)Biological Science West, University of Arizona, Tucson, Arizona 85721, USA)

カイコ5齢幼虫をタンパク含量15~60%ピリドキシン (B_6) 添加量 0~1 mg/g 飼料の範囲で組み合わせた24種の準合成飼料を用いて無菌飼育し、飼料タンパク含量と B_6 添加量が5齢幼虫の生存、成長および絹糸腺の成長に及ぼす影響について検討した。5齢幼虫の成長は飼料のタンパク含量が30, 45, 60%の場合、 B_6 添加量はそれぞれ10, 100 μg , 1 mg が最も良好であった。生存率は飼料タンパク含量が多い区ほど高かったが、 B_6 添加量 0.1 μg 以下の区では、カイコはすべて5齢中に死亡した。また、高タンパク質・低 B_6 あるいは低タンパク質・高 B_6 の飼料区では生存率が低かった。 B_6 添加量 1~10 μg の範囲でさらに詳しく検討したところ、雌は雄よりも B_6 要求量が多い傾向が見られ、生存に関わる B_6 の最少必要量は、雌では4~6 μg 、雄では2~4 μg の間にあると推定された。絹糸腺の成長は高タンパク質、高 B_6 飼料で良好で、絹糸腺が他の体組織よりタンパク質および B_6 を多く要求するものと推察された。

ビタミンBのうち、特にタンパク質代謝と密接な関連があるピリドキシン (以下 B_6 と略す) について、人工飼料中のタンパク質の量比と B_6 添加量とを組み合わせ、稚蚕の成長に対する影響を調査し、

タンパク含量の増加に伴って B_6 の必要量も増えることが明らかにされている (浜野・岡野, 1989)。本研究においては、タンパク質要求量が高いといわれる絹糸腺 (堀江ら, 1971) が特異的に成長・発達

する5齢期に焦点を絞る、飼料中の B₆ とタンパク質両者の相互作用が5齢幼虫の生存および成長並びに絹糸腺の成長に及ぼす影響を調べたので、その結果を報告する。

本文に入るに先立ち御指導を賜った本学名誉教授・向山文雄博士並びに関東短期大学教授・伊藤智夫博士にお礼申し上げる。

材料と方法

供試蚕品種は日124号×支124号で、S5-No.19飼料(伊藤ら, 1968)で4齢期まで飼育し、5齢起蚕からタンパク含量と B₆ 添加量を種々組み合わせで調製した準合成飼料を給与した。タンパク含量は15, 30, 45 および60%の4水準、B₆ 添加量は0, 0.1, 1, 10, 100 μg および1 mg の6水準とし、それらを組み合わせ、第1表に示す24種の準合成飼料を調製した。大豆タンパク質はエチルエーテルおよび90%温エタノールで洗浄し、ビタミンB類を取り除いた。

飼育はすべて25°C, 16時間明, 8時間暗の条件下で行い、伊藤ら(1967)の方法に準じてビニールアイソレーター(日本クレア製)内で無菌飼育を行った。生存率は1区10頭2連で調査し、生体重はジャーミサイドトラップより供試虫を取り出し測定した。生体重の測定後、解剖して絹糸腺を取り出し、

第1表 飼料組成(%)

組成	15	30	45	60
カゼイン, ハマステン	15	30	45	60
セルロース	50	35	20	5
基礎飼料	35	35	35	35

ピリドキシン添加量(μg/g 飼料)

0	0.1	1	10	100	1 mg
---	-----	---	----	-----	------

基礎飼料(%)：穀粉, 4; 寒天, 9; 蔗糖, 10; 大豆油, 3; β-シトステロール, 0.5; 無機塩, 3; アスコルビン酸, 2; クエン酸, 1; モリン, 0.3; ソルビン酸, 0.2; ビタミンB混合物, 0.1 ml/g; 蒸留水, 3 ml/g.

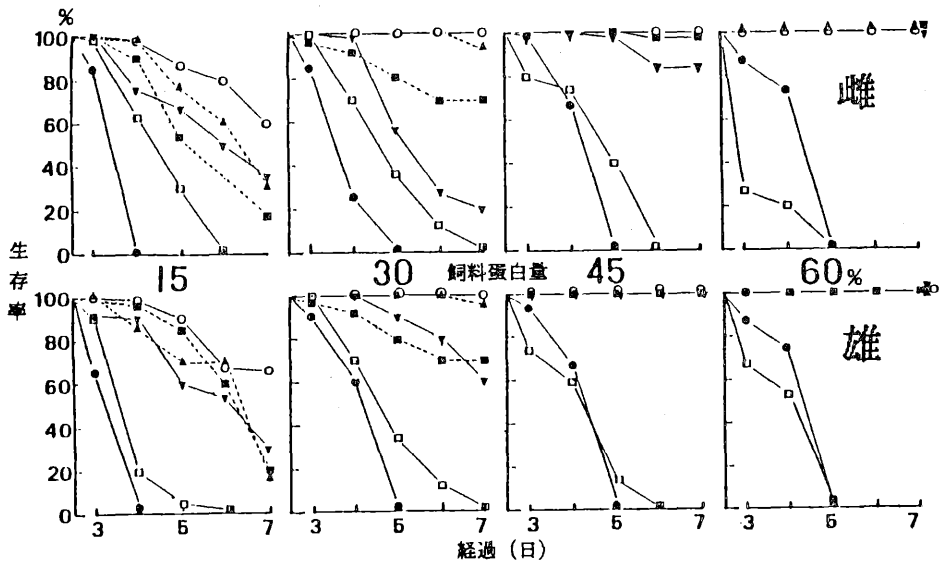
前中部糸腺と後部糸腺にわけ、60°C で24時間乾燥した後秤量した。

蚕種、飼料および飼育用具の滅菌法は松原ら(1967)の方法に従った。なお、飼育終了時に液体チオグリコロート培地に蚕糞を投入し、37°C で7日間培養後、無菌状態が保たれていたか否かを検定した。無菌が確認できた区の結果のみを採用した。

結 果

1. B₆ 量と生存率

5齢起蚕時の生存率を100%とした場合の、経過に伴う生存率の変化を第1図に示した。B₆ 無添加の場合、雌雄ともタンパク含量15%区で4日目までに



第1図 5齢期における生存率の変化

B₆ 添加量(μg) : ●—●0, □—□0.1, ▼—▼1, ○—○10, ▲—▲100, ■—■1 mg

タンパク含量が30~60%の区では5日目までにすべての幼虫が死亡した。

B₆ 添加量 0.1 μg 区の場合、タンパク含量が15~45%の区では、B₆ 無添加区に比べて若干生存日数が延長したが、タンパク含量60%区では5齢3日目から死亡する個体が現れ、5日間ですべての幼虫が死亡した。タンパク含量15%区においては B₆ 添加量が増すにつれて生存率は高まり、10 μg では、5齢7日目までの生存率は雌で60%、雄で65%であった。しかし、B₆ 添加量が 10 μg 以上になるとかえって生存率が低下した。

タンパク含量30%区の生存率をみると B₆ 添加量 1 μg で雌雄差が見られ、7日目までの生存率は雌20%、雄60%と異なっていた。

第1図から明らかのように、タンパク含量15%および30%の飼料区では、B₆ の過剰添加によると思われる生存率の低下が認められたが、45%、60%の高タンパク質飼料区では、逆に B₆ の多量投与により生存率の向上が認められた。

2. 体重増加

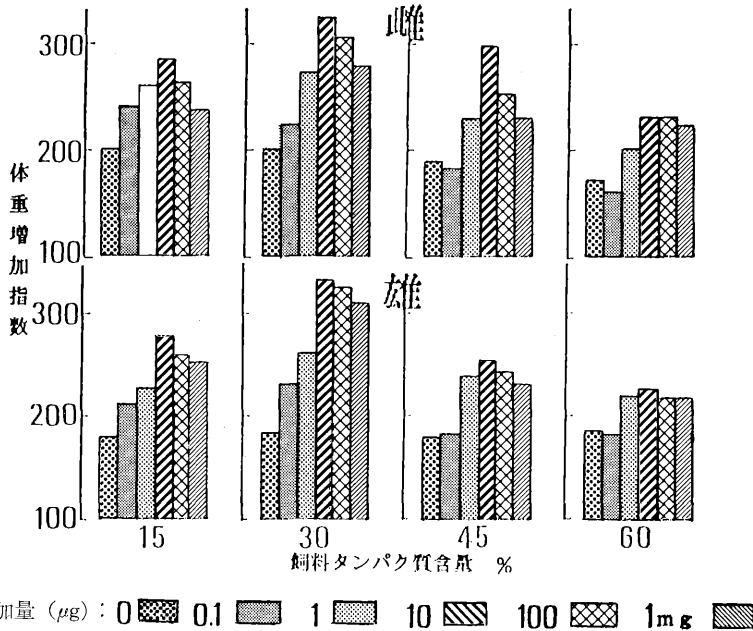
24種の準合成飼料で飼育したカイコの5齢3日、

5日および7日目の生体重を、5齢起蚕時の生体重を100とした指数で示した(第2~4図)。なお、5齢起蚕の平均生体重は雌 890 mg、雄 780 mg であった。

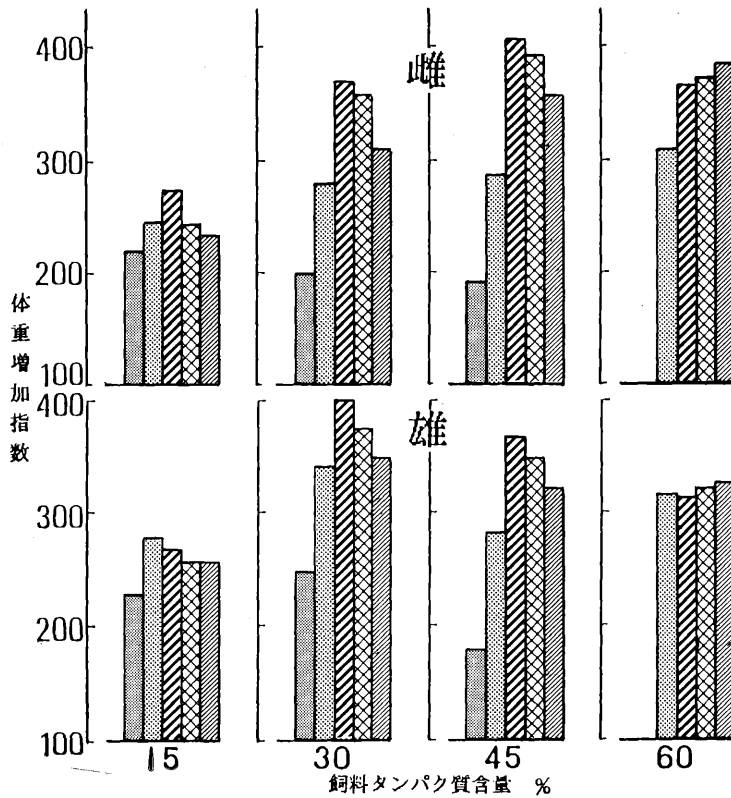
5齢3日目の生体重を見ると(第2図)、体重増加は雌雄ともタンパク含量30%区が最も高かった。また、タンパク含量30%区の中では B₆ 添加量 10 μg 区が最高で、B₆ 添加量が 10 μg より多くても少なくとも体重は軽くなった。タンパク含量15%および45%の飼料も B₆ の効果と添加量の関係は30%区と同様で、B₆ 添加量 10 μg 区の成長が最も良好であった。なお、タンパク含量60%飼料区では、B₆ 添加量 100 μg 区が 10 μg 区とはほぼ同じ値を示した。

5齢5日目をみると(第3図)、タンパク含量15~45%区の生体重に対する B₆ 添加量の影響は、5齢3日目と同様の傾向であった。しかしながら、タンパク含量60%区では他の区と若干様相が異なり、B₆ 添加量 1 mg 区が最も体重が重かった。

B₆ 添加量 0.1 μg の場合は 1~10 μg と異なり、タンパク含量が15%から45%と増加するにしたがって体重が軽くなった。



第2図 5齢3日目における体重増加(起蚕を100とした指数)



第3図 5齢5日目における体重増加（起蚕を100とした指数），記号は第2図に同じ

熟蚕の出現は5齢7日目にはみられ、それに伴い、すべての区で5日目より体重が軽くなった。各実験区間の体重の軽重の傾向は5日目と全く同様であった（第4図）。

5齢期を通じて成長が最も良好であった区は、雌ではタンパク含量45%、B₆添加量10μgであり、ついで、タンパク含量60% B₆添加量1mgであった。一方、雄ではタンパク含量30% B₆添加量10μgが最も成長が良好で、タンパク含量60%区ではB₆の添加量を増すことにより体重が重くなったが、タンパク含量45%以下の区では同様の現象は見られなかった。

3. B₆の最少必要量

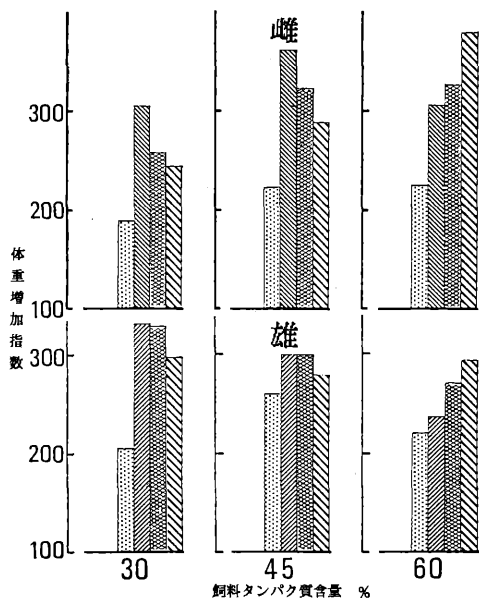
B₆添加量を0～1mgの間で変化させた実験からB₆の最少必要量は1～10μgの範囲にあると推定された。そこで、B₆添加量を0, 2, 4, 6, 8, 10μg

と変化させたタンパク含量30%飼料で5齢幼虫を飼育し、発育経過に伴う平均生体重の変化を調査した。

第5図に示すように、B₆添加量2～10μgの範囲では、雌雄ともB₆添加量が増加するにつれて体重増加量も多くなった。なお、雌では8, 10μg区, 4, 6μg区および0, 2μg区がそれぞれ同じ傾向の体重増加を示した。一方、雄では6～10μg区, 2, 4μg区および無添加区, の3種のグループに分けられた。なお、雌の4μgと雄の2μgの区は化蛹率が各々58%, 62%であり、雌の8～10μgの区および雄の6～10μgの区は100%の個体が化蛹した。

4. 絹糸腺重の変化

蚕体諸組織のうち、タンパク質要求量が高いといわれる絹糸腺（堀江ら, 1971）に着目し、飼料タンパク含量とB₆添加量の影響を、5齢3日目と5日目における絹糸腺重に対する効果から検討した（第



第4図 5齢7日目における体重増加(起蚕を100とした指数)記号は第2図に同じ

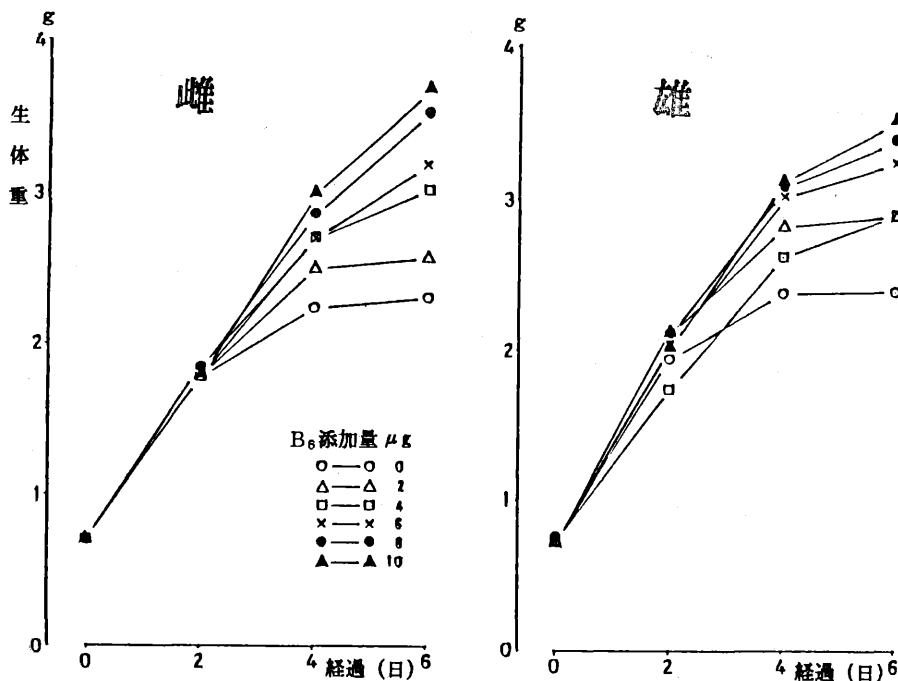
6, 7図)。

3日目の雌の絹糸腺重についてみると、タンパク含量30%区の場合、最小値を示したB₆添加量1μg区と最も重かった10μg区との間には約3倍の差がみられ、絹糸腺重にはB₆添加量の影響が顕著に現れることが明かにされた。タンパク含量が30%と45%の区では、B₆添加量が10μg以上の区で絹糸腺の成長は良好であった。なお、タンパク含量15, 30%区のB₆添加量1μg以下の区では、前中部糸腺の重量が他と比較して極端に軽かった。

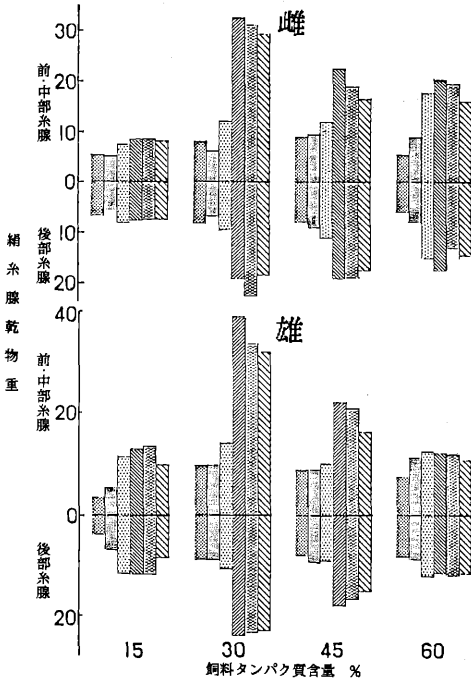
5日目の後部糸腺重が最高値を示したのは飼料タンパク含量60%, B₆添加量1mg区の雌であった。タンパク含量30%以上の高タンパク質飼料区においては、B₆添加量10μg区では後部糸腺の発達は劣り、B₆を100μg以上添加すると、後部糸腺の成長も良好になった。

考 察

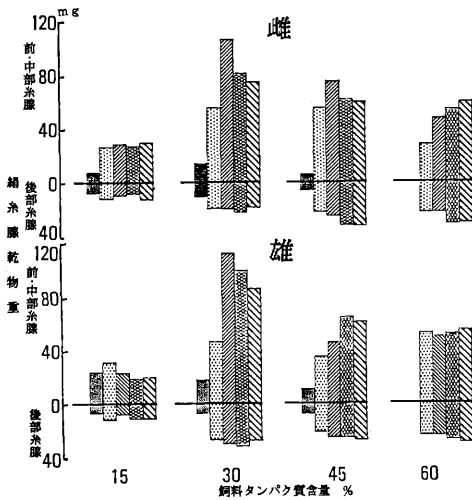
カイコの5齢期において、飼料中のタンパク含量の増加が幼虫の成長と繭生産性を向上させることは、伊藤・田中(1962), 伊藤・向山(1970), Kamioka



第5図 5齢期における体重増加 対1頭 飼料タンパク質含量:30%



第6図 5齢3日目における絹糸腺重 対1頭
記号は第2図に同じ



第7図 5齢5日目における絹糸腺重 対1頭
記号は第2図に同じ

et al. (1971), 伊藤ら (1972, 1974), 伊藤・荒井 (1973) により報告されている。しかしながら、これらの報告はいずれもタンパク含量が20%程度の飼

料についてのみ検討されたものである。本実験では30%~60%という高タンパク質飼料についての検討を行ったもので、高タンパク質飼料は5齢初期には体重の増加が少なかったが、5日目以降ではB₆添加量が多ければ体重増加が著しいという結果が得られた。すなわち、タンパク含量が60%といった高タンパク質飼料においても、B₆添加量を増すことによって、幼虫の成長を向上させることが明らかにされた。

Sang (1962) は *Drosophila* を用いてB群ビタミンの要求量と飼料タンパク含量とを比較し、飼料タンパク含量が増加するとB₆の要求量が増加することを明らかにした。また、B₆はアミノ酸代謝にとって非常に重要なビタミンであり、飼料として供給されるタンパク質が増加すればその必要量も増加すると報告している。今回、カイコ5齢期の体重増加について得られた飼料タンパク含量とB₆要求量との関係は、*Drosophila* でみられた結果と同様のものであった。

カイコ5齢期の成長を特徴づけている絹糸腺の成長についても、Horie and Watanabe (1983) の報告と同様に、飼料中のB₆添加量を増すことによって絹糸腺の成長が向上することが確かめられた。一方、絹糸腺の成長に対するB₆添加量の影響には部域差がみられ、前中部糸腺量と飼料のB₆添加量との関係は生体重とB₆添加量との関係とはほぼ一致しているが、後部糸腺の成長には前中部糸腺や体重よりもより多くのB₆が要求された。すなわち、絹糸腺は他の体組織に比べ、より多くのB₆の供給を得て初めて十分な成長を遂げることが明らかになった。特に後部糸腺の成長には最少必要量程度のB₆添加量では不十分であり、後部糸腺の高いフィブロイン蛋白合成能との関連性を示唆するものであった。

以上のことから、カイコ幼虫は繭糸タンパク質の合成に伴う絹糸腺の発達が著しい5齢期においても、稚蚕期と同様に(浜野・岡野, 1989), タンパク質が増すに連れてB₆要求量も高まるものと推察された。また、B₆添加量の変化にともなってタンパク質供給量の最適レベルが変化する事実が確認された。

なお、過半数の幼虫が化蛹した区のB₆添加量を最少必要量、ほとんど全ての幼虫が化蛹し、かつ最も体重増加の大きい区のB₆添加量を最適と考え、

B₆ 供給量と成長の関係をみると、タンパク含量30%の飼料においては、雌では4 μ g, 雄では2 μ g が B₆ の最少必要量, また, 雌の 8 μ g 以上, 雄では6 μ g 以上の B₆ レベルが最適値に近い値であると推定された。

文 献

- 浜野国勝・岡野俊彦 (1989) : 日蚕雑, **58**, 203-208.
HORIE, Y. and WATANABE, K. (1983) : J. Insect Physiol., **29**, 205-212.
伊藤智夫・荒井成彦 (1973) : 農化, **47**, 397-401.
伊藤智夫・向山文雄 (1970) : 蚕糸研究, (77), 76-81.
伊藤智夫・田中元三 (1962) : 蚕試報, **18**, 1-29.
伊藤智夫・堀江保宏・渡辺喜二郎 (1967) : 日蚕雑, **36**, 406-412.
伊藤智夫・堀江保宏・渡辺喜二郎 (1972) : 蚕試報, **25**, 219-231.
伊藤智夫・堀江保宏・荒井成彦・渡辺喜二郎・篠原栄子 (1968) : 蚕糸研究, (68), 39-46.
伊藤智夫・堀江保宏・渡辺喜二郎・高宮邦夫・古山三夫・宮林満雄・山本一雄・長島政喜 (1974) : 農化, **48**, 403-407.
KAMIOKA, S., MUKAIYAMA, F., TAKEI, T. and ITO, T. (1971) : J. Seric. Sci. Jpn., **40**, 473-483.
松原藤好・加藤 勝・林屋慶三・児玉礼次郎・浜村保次 (1967) : 日蚕雑, **36**, 39-45.
SANG, J. H. (1962) : J. Nutrition, **77**, 355-368.