

カイコ用生理的塩るい溶液の検索

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者名	岩成,義才 加藤,正雄
発行元	日本蠶絲學會
巻/号	41巻2号
掲載ページ	p. 138-143
発行年月	1972年4月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



カイコ用生理的塩りい溶液の検索

(1) 家蚕幼虫の背脈管運動に対する カチオンの影響

岩 成 義 才・加 藤 正 雄*

東京都府中市・東京農工大学農学部

* 綾部市・農林省蚕糸試験場関西支場

(1971年7月26日受理)

動物に対する生理的塩りい溶液は、いわゆるリンガー液としてカエルの摘出心臓に用いられて以来多くの研究がなされ、現在ヒトを始めいくつかの動物についてはほぼ完全なものとなっている。カイコについてはいくつかの処方が発表されているが、いまだ満足すべきものは得られていない。

著者らはカイコ用の生理的塩りい溶液もまた Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{++} および Mg^{++} などを含むものと想定し、生理的塩りい溶液中に含むべきそれら各カチオンの最適濃度、2種以上のカチオンの最適混合比率などについて、家蚕幼虫の背脈管運動を指標として検討した。

本文に入るに先きだちご校閲を賜った元東京農工大学教授神岡四郎博士に対し深謝の意を表する。

材料と方法

材料蚕としては5齢2~9日目の性別ならびに経過のはっきりしたものをを用いた。

多少の傾斜をつけたパラフィン床のペトリ皿に頭部が低くなるように固定し、腹面から切開し、消食管、絹糸腺を除去して背脈管を露出し30~45秒に1滴の速度で毛細管より目的濃度の塩りい溶液を背脈管の後方に滴下し、頭部の方へ自然流下するようにした。0.7% NaCl 主体液の場合は解剖直後より、0.9% NaCl の場合は解剖10分後より滴下した。

脈搏数の測定は第3~5腹節における11または21搏動に要する時間を測定し1分間の脈搏数に換算した。なお脈搏数は個体により、また経過、性別などによって変動するので、解剖前の脈搏数を100とした指数をもって比較検討した。

測定は1967年は25°Cの恒温室中、1968~69年は室温で行なった。

実験結果と考察

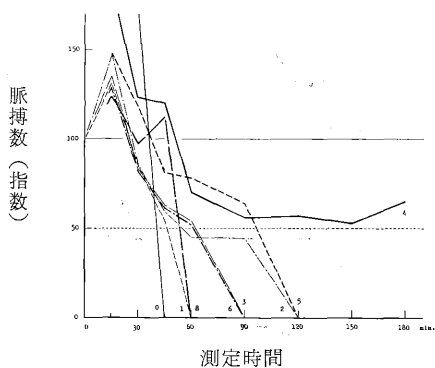
1. NaCl を主成分とした場合

(1) NaCl と KCl の混液の場合

蚕の血液は、カエル等と異なり Na より K の含量が多い。したがって生理的塩りい溶液を作る場合 KCl を主体とすることも考えられるが、山崎・石井⁷⁾の神経に関する実験において、K を主体としたものでは好結果が得られなかったこと、および現在発表されているカイコ用生理的塩りい溶液はすべて NaCl を主成分としていること^{2,3,5,6,10,12)} などから、本実験でもまず NaCl を主成分とした溶液について検討を行なった。

一般に発表されているカイコ用生理的塩りい溶液を大別すると、基本となる NaCl 濃度は重量比で0.7%前後と0.9~1.0%のものが多く見られるので、一応 NaCl 濃度を0.7% または0.9% とし、これに加える KCl 濃度を0.01~0.08% で変えた場合の脈搏数ならびに搏動持続時間を測定した。

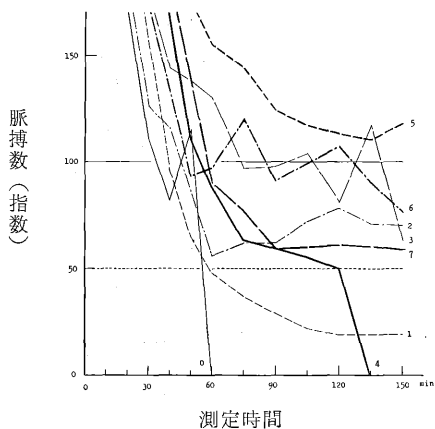
まず NaCl 濃度0.7%の場合の一例を第1図に示す。対照として0.7% NaCl 単液の場合は切開手術の影響で、15分後まで脈搏数は増加するが、その後急激に減少し、45分後には背脈管活動を停止した。これに KCl を0.01%加えてもそれほど改善されない。KCl の濃度を次第に高くしてもさほど効果はみられないが、ただ0.04%のときは90分後でも脈搏数は解剖前の半分すなわち50%レベル以下に下ることなく、かつそのレベルを3時間以上も持続している



第1図 0.7% NaCl を基本とし 0.01~0.08% KCl を加えた液を滴下した場合の脈搏数

1967年晩秋，豊年×研白

- 0: 無添加， 1: 0.01% KCl 添加，
- 2: 0.02% 添加，以下 3~8: 0.03~0.08% 添加 (第2図も同じ)



第2図 0.9% NaCl を基本とし 0.01~0.07% KCl を加えた液を滴下した場合の脈搏数

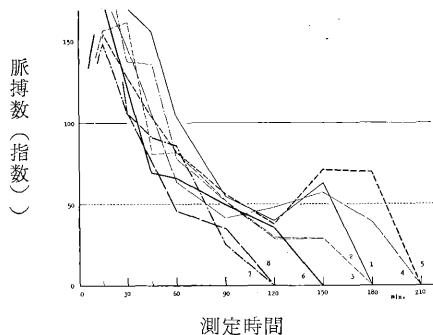
1968年晩秋，2・4×5・4

ことからみてこの混液は多少効果があるとみてよいと思われる。

つぎに NaCl 濃度を 0.9% とした場合は (第2図)，0.7%，の時よりは多少 KCl 加用の効果があるように見える。すなわち KCl 0.01% および 0.04% を除けば 150 分後でもみな切開前の 50% 以上のレベルを保っている。しかしどの濃度が一番良いかはこの図からでは断定できない。結局 NaCl 0.7% でも 0.9% でもその単用よりは適当濃度の KCl を加えれば多少効果があるとはいえ、その適当濃度がどれ位で

あるかは本実験の結果ではわからないし、またこの程度の効果では目的とする塩辛い溶液の性状とはかなりへだたりがある。

(2) NaCl, KCl および CaCl₂ の三者混液の場合 NaCl を 0.7% とし、これに KCl を 0.02~0.04% , CaCl₂ を 0.02~0.05% の範囲で変化させて混合したところ (第3図)，まず KCl が 0.02% の



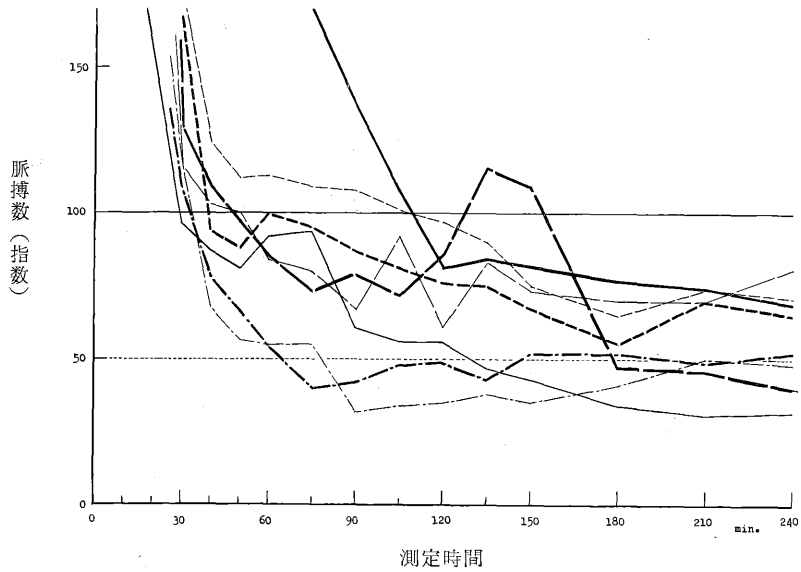
第3図 0.7% NaCl を基本とし 0.02~0.04% KCl, 0.02~0.04% CaCl₂ の三者を混合した液を滴下した場合の脈搏数

1967年初秋，支124×日124

- 1: 0.02% KCl + 0.02% CaCl₂
- 2: 0.02 + 0.03, 3: 0.02 + 0.04, 4: 0.03 + 0.02
- 5: 0.03 + 0.03, 6: 0.03 + 0.04, 7: 0.04 + 0.02
- 8: 0.04 + 0.02

場合，CaCl₂ を 0.02~0.04% と変化させると、いずれも 90~100分 で 50% レベルを割り、CaCl₂ を加えない時より多少延長した。またその間の脈搏数の動きも三者の間ではほとんど差がなかった。KCl 0.03% の場合，CaCl₂ が 0.02~0.04% では 50% レベルに達する時間はいずれも KCl 0.02% のものと等しいが、搏動停止時間はある程度延長するようである。また KCl 0.04% の場合は CaCl₂ の混用はむしろ悪影響がある。なお KCl 0.02% および 0.03% の場合，50% レベルを割った以後にふたたび 50% を越えるものがあった。

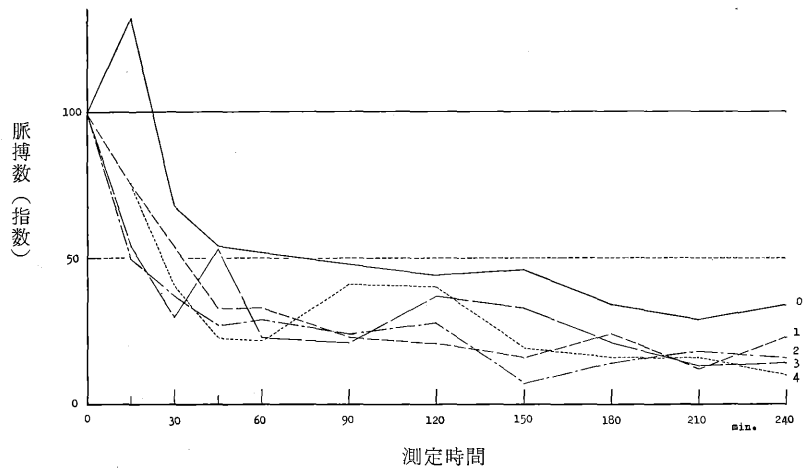
つぎに NaCl 0.9% と KCl 0.05% を混合したものを基本液とし、これに CaCl₂ の濃度を変えて加用した時の結果は第4図のとおりで、加用した CaCl₂ の濃度範囲では、濃度による差は比較的小さく、特に濃度とは関係ないようであり、またかなり長時間にわたり 50% 以上のレベルを維持しているものが多かった。このように NaCl 0.7% の場合と異なって



第4図 0.9%NaCl+0.05%KCl を基本とし 0.01~0.07%CaCl₂ を加えた液を滴下した場合の脈搏数

1969年晩秋, 支124×日124

0: 無添加, 1: 0.01%CaCl₂添加
2: 0.02%添加 以下3~7: 0.03~0.07%添加



第5図 MgCl₂ を加えた液を滴下した場合の脈搏数

1967年晩秋, 共栄×大造

基本液: 0.7%NaCl+0.04%KCl+0.04%CaCl₂
0: 無添加, 1: 0.02%MgCl₂添加, 2: 0.04%添加
3: 0.06%添加, 4: 0.08%添加

NaCl 0.9% に KCl および CaCl₂ を混ぜれば、NaCl 単液および KCl との混液よりも効果的であったが、これとても目的とする塩い溶液とはかなりかけ離れている。

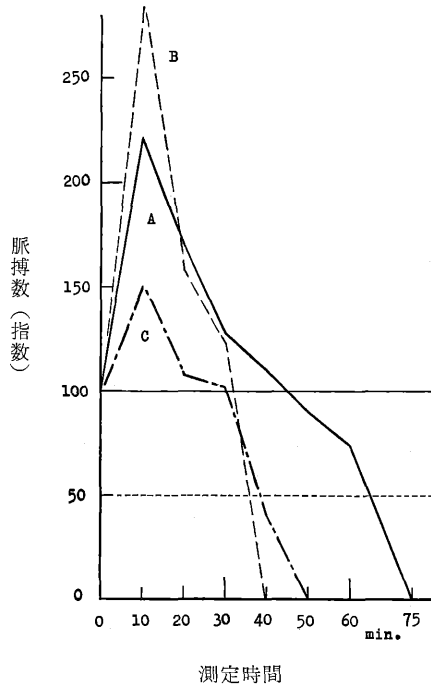
2. MgCl₂ の影響

一般に Mg は脈搏数を減少させる方向に働くこととされているので、Na, K, Ca の混液に対し 0.01~0.08% の割合で MgCl₂ を加えた (第 5 図)。その結果 MgCl₂ を加えたものはすべて対照と異なって 15~30 分後にはすべて 50% レベルを割りいちじるしい阻害を示した。そして 45 分以後は低い脈搏数を維持し、これは 240 分まで続いているが、脈搏は停止することがない。

3. KCl を主成分とした場合

前述のようにカイコにおいては KCl を主成分とした塩い溶液は不適当とされているが、蚕の血液は Na より K を多く含んでいるので、一応 KCl を主成分とした塩い溶液についても検討した。TIMON・DAVID により 1940 年鱗翅目昆虫用として発表されている唯一の KCl を主成分とした塩い溶液 (0.038% NaCl, 0.200% KCl, 0.080% CaCl₂, 0.090% KH₂PO₄, 0.200% MgSO₄-A 液¹²⁾) および 5 齡盛食期幼虫血液中の K, Na, Ca の含量比率にはほぼ一致させた溶液 (0.064% NaCl, 0.500% KCl, 0.134% CaCl₂-B 液¹³⁾) ならびに対照として 0.9% NaCl (-C 液) について試験した。その結果は第 6 図のとおりで、滴下開始とともにいずれの溶液においても脈搏数は減少し、C 液では 30 分後にはほぼ解剖前のレベルとなり 50 分後に停止した。これに対し A 液では減少の速度はやや遅いが 75 分後にはすべて停止し、B 液は C 液とほとんど等しい。

これらカチオンに関する研究はカエルを始めたとする脊椎動物においては多くの研究があり^{9,11)} 心臓、神経、筋肉等の興奮性の保持に重要で、心臓に対しては、Ca⁺⁺ は搏動の力を増し、逆に K⁺ は Ca⁺⁺ と拮抗的に働き、心臓の収縮を弱くする方向に働くこと、また Mg⁺⁺ もまひ作用を有するなどのことが明らかにされている。カイコについてはこれら Ca⁺⁺, K⁺ の作用に関する研究は乏しく、わずかに山崎・石井⁷⁾ により K を増加させると中枢神経索の自発的衝撃の頻度が増加するが、Ca あるいは Mg は K の働きを压える方向に働くこと、ならびに川瀬²⁾ により卵管のぜん動運動が Ca⁺⁺ によることが明らかに



第 6 図 KCl を主体とした塩い溶液を滴下した場合の脈搏数
1968 年春、春月×宝鐘
A: TIMON・DAVID 液, B: 体液類似液,
C: 0.9% NaCl

されているのみで、背脈管の活動とこれらイオンとの関係についてはまったく不明である。

本実験の結果、NaCl 単液の場合は解剖後一時的に、脈搏数は増加するが、次第に減少して 30~60 分ですべて停止する。これに対し、KCl を加えると多少搏動時間が延長され、脈搏数の低下もやや遅く、さらに KCl と CaCl₂ を加えると、その持続時間はさらに延長され、特に 0.9% NaCl を主成分とした場合のほうが 0.7% NaCl の場合よりもその効果は大きかったが、いずれの場合も 60 分前後で解剖前の脈搏数のレベル以下となり、第 1 表に示すように血液を滴下させた場合 270 分後でも解剖前のレベルを保っていたのに比較するとその効果は著るしく低かった。また前述のように KCl および CaCl₂ の加用は効果があるとしてもそれらの濃度と背脈管の活動の間には一定の傾向は認められず、Ca⁺⁺ あるいは K⁺ の背脈管搏動に対する作用についてはこれを明らかにすることはできなかった。

第1表 カイコの血液を滴下した場合の脈搏数

時 間 (分)	0	15	30	60	90	120	150	180	210	240	270
脈搏数 (指数)	100	229	217	195	182	152	128	118	117	128	103

1967年晩秋 豊年×研白

ただ Mg^{++} は神経伝導をまひさせる作用があるとされているが、カイコの背脈管においてもこれを加えると搏動持続時間には影響しないが、脈搏数は著るしく低下することがわかった。

最後に横山⁹⁾によれば、脈搏数が少なくなるとしばしば逆脈が現われることが明らかにされており、本実験においても 50% レベル以下になった場合逆脈が観察されたが、ここでは一応脈搏数だけについて報告し、逆脈についてはふれないこととした。

摘 要

蚕の生理的塩い溶液に含まれるべき各カチオン (Na^+ , K^+ , Ca^{++} および Mg^{++}) の最適濃度を、0.7% または 0.9% $NaCl$ 液を基本とし、これに種々の濃度の KCl , $CaCl_2$ および $MgCl_2$ を組み合わせて加えそれらの液を滴下した場合の5齢幼虫の背脈管運動の持続時間ならびに脈搏数を指標としてこれらの液の効果を検討した。

$NaCl$ 単独の場合は解剖後一時脈搏数は増加するが以後次第に減少し、30~60分で停止する。これに対し KCl を加えると搏動時間は多少延長され、さらに $CaCl_2$ を加えると一層延長されるが一般に脈搏数はいずれも少なく、また混合比率と運動持続時間あるいは脈搏数との間には一定の関係は見られなかった。 $MgCl_2$ はこれを加えると脈搏数の減少は著

るしい。

文 献

- 1) 岩成義才 (1970): 日蚕雑, **39**, 171-176.
- 2) 川瀬茂実 (1956): 日蚕雑, **25**, 257-262; 322-326.
- 3) 円山崇雄 (1959): 日蚕雑, **28**, 227-230.
- 4) 浦本政三郎 (1932): 蚕試報, **8**, 121-134.
- 5) 山崎輝男・石井敏夫 (1950): 応昆, **5**, 155-165.
- 6) 山崎輝男・石井敏夫 (1950): 応昆, **6**, 127-132.
- 7) 山崎輝男・石井敏夫 (1952): 技術資料, **33**, 26 (要旨).
- 8) 横山忠雄 (1932): 蚕試報, **8**, 43-102.
- 9) 藤田敏彦・佐武安太郎 (1951): 生理学講義上巻 (5版), 396pp. 南山堂, 東京.
- 10) 深谷昌次・石井象二郎・山崎輝男 (1960): 昆虫実験法 (2版), 858pp. 日本植物防疫協会, 東京.
- 11) 加藤元一 (1957): 生理学上巻 (23版), 403pp. 南江堂, 東京.
- 12) ROEDER, K.D. (1953) *Insect Physiology*, 1100pp. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Summary**Detection of physiological saline solution for silkworm****(1) effects of cations on the heart activity
of the larvae of *Bombyx mori***

By

Yoshikata IWANARI and *Masao KATO

The concentrations and combinations of several kinds of cations constituting the physiological saline solution to be used for the physiological studies on the *Bombyx mori* were detected. The 0.7% or 0.9% NaCl was used as a basal solution and dipping the solutions added with any other cations on the exposed hearts, the heart-beats and the duration of heart activity in the 5th instar larvae were estimated which serve an index to the effect of solutions. As the results, 0.7% NaCl solutions were ineffective since they failed to maintain both the heart-beats and the duration of heart activity, even if the solution was added with several kinds of concentrations of KCl, KCl and CaCl₂ and additionally added with MgCl₂.

As for 0.9% NaCl solution, a single application inhibited the heart activity and heart-beats ceased during 30 to 60 minutes after the application, and the addition of KCl prolonged the duration of heart activity to some extent and the additional application of both KCl and CaCl₂ brought about the more prolongation of the duration, and in both cases the heart beats decreased to half that of the, start at 90 minutes and at far more longer time after the application, respectively, irrespective of the concentrations of KCl and CaCl₂ solutions. Thus, although the results obtained in 0.9% NaCl solution were more effective than in 0.7% one, these solutions were far from the practical use for the studies of heart activities.

(Faculty of Agriculture, Tokyo Noko University, Fuchu, Tokyo)

(*Kansai Branch, The Sericultural Experiment Station, Ayabe, Kyoto)