

## ミヤイリガイの乾燥に対する抵抗性

小 宮 義 孝 橋 本 魁

国立予防衛生研究所寄生虫部

(昭和 33 年 7 月 17 日受領)

## 緒 論

日本住血吸虫の中間宿主ミヤイリガイ (*Oncomelania nosophora*) の撲滅に関しては古くから種々研究され、各種薬剤によつてかなり殺貝効果をあげているようであるが、未だ絶滅には到達していない。現今ミヤイリガイの撲滅に関して一部では畑作転換と云うことも考えられており、この畑作転換が経済的に実施することができるならば、その撲滅に対して一層の成果をあげうるものと思考される。ミヤイリガイはその水陸両棲性の故にある程度の乾燥状態には堪えうる。その乾燥状態における生存日数の観察としては Cort(1919), 山内(1919), 杉浦(1931), 川本(1954) のそれがある。しかしこれらの報告は生存日数のみの観察にすぎず、殻内の水分消失状態と死亡率の関係についての記載はない。また乾燥に対する雌雄の抵抗力の差についても不明である。そこで筆者らは自然に棲息しているミヤイリガイを乾燥状態で室温に数ヶ月間放置し、殻内の水分がどの程度消失すれば、どの程度の死亡率を呈するか、雌雄で抵抗力に差があるか、また夏期における貝と冬期における貝では抵抗力の差があるか、について若干の基礎実験を行なつたのでここに報告する。

## 実験材料及び方法

夏期実験に供した貝は昭和32年8月3日山梨県北巨摩郡双葉町塩崎金剛地でコンクリート道路の片側の溝渠から採集した。冬期のそれは昭和32年10月28日同県西八代郡三珠町籠花の水田地帯から採集した。使用した貝は採集後何れも10日以内のものである。まづ貝を蒸溜水でよく洗い、殻外に附着している砂土や汚物を除去し、これ

YOSHITAKA KOMIYA & ISAO HASHIMOTO:  
The survival *Oncomelania nosophora* under the dried condition and their water loss (Department of Parasitology, National Institute of Health, Tokyo)

を蒸溜水中に投じ、歩行運動しているものを濾紙上に載せ、殻外からの Penis 透視法\*によつて雌雄を鑑別した。雌雄を区別した貝は10cm 知覚計でその殻長を計測し、大型貝(7~9mm), 中型貝(5~7mm), 小型貝(3~5mm)に分けて1群を300~500個とした。但し小型貝は生殖器の未成熟のためか、Penis 透視法による雌雄鑑別は不可能であつた。乾燥実験開始に際しては貝を再び蒸溜水中に投じ、歩行運動しているものを濾紙上に載せる。濾紙上では一旦「ヘタ」を閉じるが、間もなく歩行運動を始め、約3時間経過する「ヘタ」を一巻きの約1/2まで引き込み再び外界に出さなくなる。すなわちこの状態で1群の総貝数を秤量してシャーレに移し、貝が重畳しないように1列に並べて実験室内に120~130日間放置した。温度及び湿度は実験開始してから死亡率が100%に達するまでの最高最低平均温度、平均温度、平均相対湿度として記録した。

検査は10日間隔に行なつた。各回検査毎に1群の総貝数を秤量し、1群から任意に20~40個取り出して蒸溜水中に投じ、3~4日間観察して生死の判定を行なつた。殻内の水分消失率は1個当りの平均値である。貝殻を除外した水分消失率とは最終回に貝殻を圧碎して、貝殻と乾燥された軟体部とに分け、乾燥重量より算出した数値である。

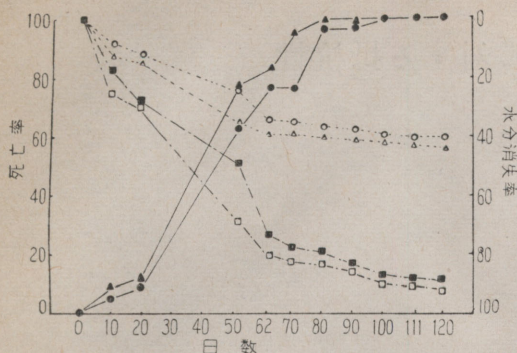
## 実験成績

1. 夏期(8月10日~12月9日)における成績(第1図)

この期間は最高最低平均気温は24°C~20°C, 平均気温21°C, 平均比湿77%であつた。

a. 大型貝(総貝数350個, 各回検査貝数30個, 平均重量32.4mg)は乾燥後10日で殻内水分消失率が8.0%(貝殻重量を除外した水分消失率は17.4%以下カッコ内同様)で3.3%の死亡率を認め、20日後では水分消失率

\* Penis 透視法による雌雄鑑別は90~94%の的中率を有する。これに関しては後日詳報の予定である。



大型貝と中型貝  
 ●—● 大型貝 死亡率 ○—○ 大型貝 水分消失率  
 ▲—▲ 中型貝 死亡率 △—△ 中型貝 水分消失率  
 ■—■ 大型貝 貝殻を除外した水分消失率  
 □—□ 中型貝 貝殻を除外した水分消失率  
 温度 20°-24°C 平均温度 21°C  
 平均比湿 77%  
 8月10日 → 12月9日

第1図 乾燥(夏期)によるヤイリガイの水分消失率と死亡率の関係

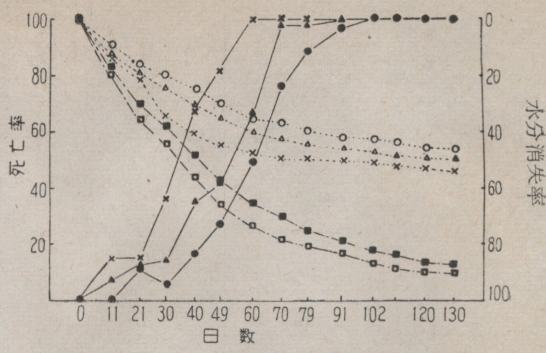
12.3% (26.8%) で死亡率 6.7%, 51日後では水分消失率 22.5% (49.0%) で死亡率 63.3% を示し, 100日後で水分消失率が 40.1% (87.2%) を示したとき 100% の死亡率を認めた。

b. 中型貝 (総貝数 500 個, 各回検査貝数 45 個, 平均重量 22.7mg) は大型貝より 20 日間早く乾燥後 80 日で 100% の死亡率を呈した。すなわち乾燥後 20 日では水分消失率 13.2% (27.8%) で死亡率 11.1%, 51 日後では水分消失率 38.6% (68.5%) で死亡率 77.8% を示し, 80 日後で水分が 39.6% (83.3%) 消失したとき 100% の死亡率を認めた。但し本実験の 30 日と 40 日の成績は事故のため観察できなかつた。

2. 冬期 (11 月 1 日 ~ 翌年 3 月 10 日) における成績  
 この期間の最高最低平均気温は 14°C ~ 10°C, 平均気温 13°C, 平均比湿 60% であつた。

A. 殻長別の成績 (第 2 図)

a. 大型貝 (総貝数 535 個, 各回検査貝数 37 個, 平均重量 26.7mg) は乾燥後 11 日では死亡は認められなかつたが, 21 日後からそれが認められた。死亡率は殻内水分の消失に伴ない乾燥後 30 日から上昇し始め, 40 日後から著明に上昇して 102 日後で 100% に達する。すなわち乾燥後 40 日では水分消失率 25.1% (47.5%) で死亡率 16.2%, 49 日後では水分消失率 30.0% (56.7%) で死亡



大型貝、中型貝と小型貝  
 ●—● 大型貝 死亡率 ○—○ 大型貝 水分消失率  
 ▲—▲ 中型貝 死亡率 △—△ 中型貝 水分消失率  
 ×—× 小型貝 死亡率 ×—× 小型貝 水分消失率  
 ■—■ 大型貝 貝殻を除外した水分消失率  
 □—□ 中型貝 貝殻を除外した水分消失率  
 温度 10°-14°C 平均温度 13°C  
 平均比湿 60%  
 11月1日 → 翌年3月10日

第2図 乾燥(冬期)によるミヤイリガイの水分消失率と死亡率の関係

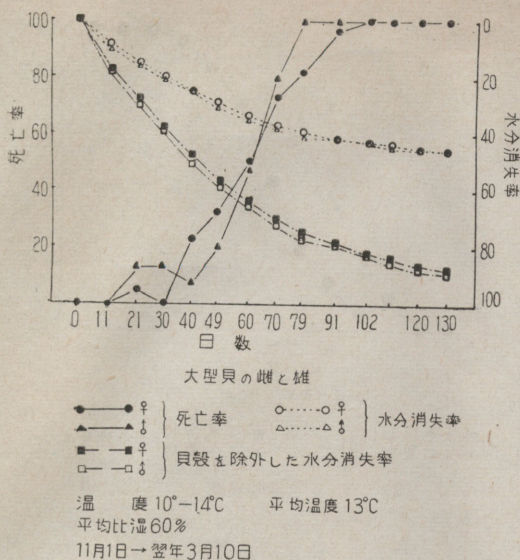
率 27.0%, 60 日後では水分消失率 34.1% (64.5%) で死亡率 48.6%, 102 日後で水分が 43.1% (81.6%) 消失したとき 100% の死亡率を呈した。

b. 中型貝 (総貝数 612 個, 各回検査貝数 43 個, 平均重量 19.2mg) においては乾燥後 11 日から死亡するものを認め, 大型貝より 11 日間早く 91 日後で 100% の死亡率を示した。すなわち乾燥後 11 日では水分消失率 10.9% (20.2%) で 7% の死亡率を認め, 49 日後では水分消失率 35.9% (66.3%) で死亡率 41.9%, 91 日後で水分が 44.8% (87.2%) 消失したとき 100% の死亡率を呈した。

c. 小型貝 (総貝数 314 個, 各回検査貝数 22 個, 平均重量 9mg) では乾燥後 11 日で 13.6% の死亡率を認め, 21 日後からそれは急激に上昇して, 49 日後では 81.8%, 60 日後では 100% の死亡率を呈した。小型貝は大型貝に比して乾燥に対する抵抗力は弱いようである。但し小型貝は貝殻と乾燥された軟体部とに分離することが技術的にきわめて困難なので, 貝殻を除外した水分消失率は算出できなかつた。

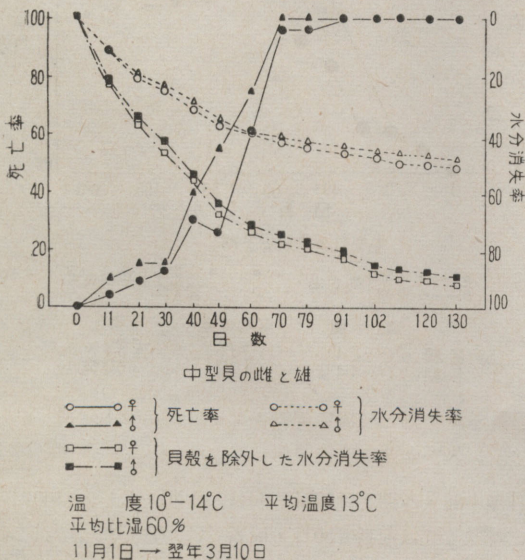
B. 貝の性別との関係

a. 大型貝の雌 (総貝数 320 個, 各回検査貝数 22 個, 平均重量 28.8mg) 及び雄 (総貝数 215 個, 各回検査貝数 15 個, 平均重量 23.7mg) の成績は第 3 図の通りである。



第3図 乾燥(冬期)によるマイリガイの水分消失率と死亡率の関係

雌貝の死亡率は乾燥後40日では22.8%, 49日後では31.8%, 60日後では50.0%, 79日後では81.8%, 102日後で100%に達した。雄貝の死亡率は乾燥後40日では6.7%, 49日後では20.0%, 60日後では46.7%, 79日後で

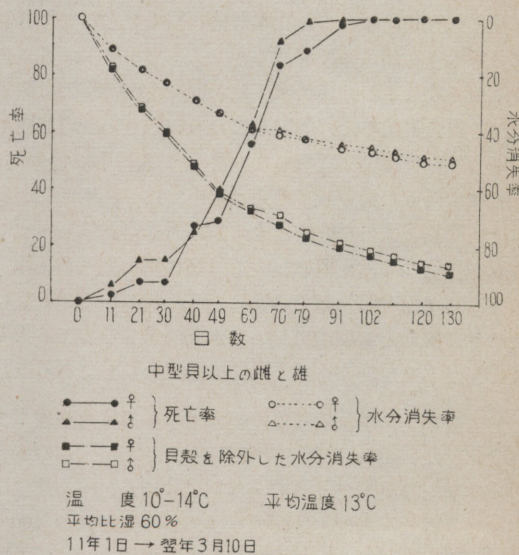


第4図 乾燥(冬期)によるマイリガイの水分消失率と死亡率の関係

100%であった。つまり雌貝は乾燥後40日~49日では雄貝より11~16%の高い死亡率を示しているが、49日後では殆んど両者のそれが一致していた。死亡曲線は乾燥後60日から60日前に比べて逆の傾向を示し、79日後では雄貝は雌貝より約18%の高い死亡率を示し、雄貝より雌貝の方が乾燥による生存日数は長いようである。この場合の水分消失率は雌雄共に殆んど同様な傾向を示した。

b. 中型貝の雌(総貝数 332個, 各回検査貝数23個, 平均重量20.4 mg)及び雄(総貝数20個, 平均重量17.8 mg)の成績は第4図の通りである。乾燥後30日までは両者共約15%の死亡率を呈したが、30日以後はやや異なった傾向を示すようである。すなわち雌貝は乾燥後40日で30.4%, 60日後で60.9%, 91日後で100%の死亡率を呈した。雄貝は乾燥後40日では40%, 60日後で75%, 70日後で100%の死亡率を認めた。この場合の両者間における水分消失率の差は殆んど認められないようである。

c. 中型貝以上の雌(総貝数 625個, 各回検査貝数45個, 平均重量24.6mg)と雄(総貝数 495個, 各回検査貝数35個, 平均重量20.3 mg)とを総比較して見ると第5図の如くである。乾燥後30日までは両者共15%以内



第5図 乾燥(冬期)によるマイリガイの水分消失率と死亡率の関係

の死亡率を示し、30日から70日までは両者間に若干の差が認められるが、雄貝は79日後で、雌貝は102日後で100%の死亡率を示し、雄貝より雌貝の方が乾燥による

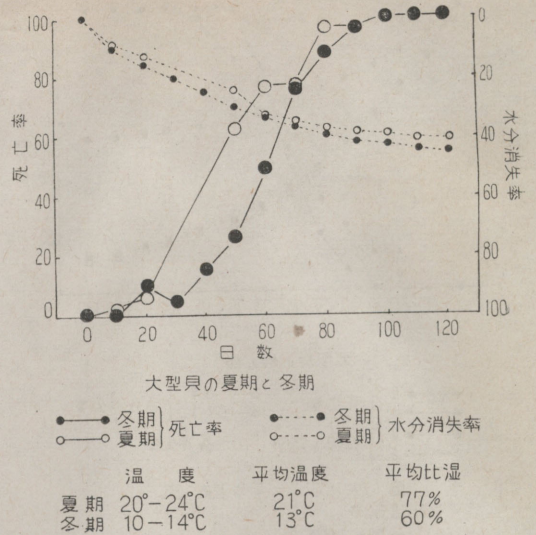
生存日数は多少長いようである。この場合の両者間における水分消失率の差は殆んど認められないようである。

論議

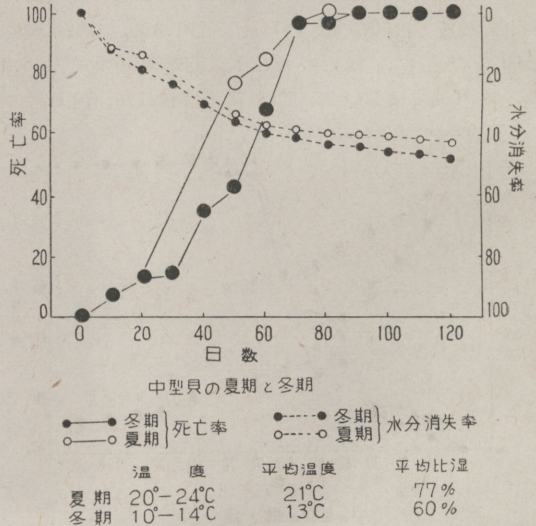
1) 殻長別の乾燥に対する抵抗力の強さ：これは大体において大型貝>中型貝>小型貝という順序であつた。50%死亡時の生存日数は大型貝は60日であつて、小型貝は30日と40日の中間を示し、両者間に約25日間の差があつた。50%死亡時の水分消失率は大型貝は35%、小型貝は35%と40%の中間であつた。この場合両者の水分消失率にはその間大差なさそうであるが、生存日数は小型貝は大型貝よりはるかに短い。これは貝の棲息地の環境についても考慮にいれなければならないが、小型貝は大型貝よりその1個当りの平均重量が17.7mgも小さく、前者は後者より水分含有絶対量がいちじるしく少ないものと推定される。このことからして、平均重量の小さい程殻内の水分消失が早いいため、小型貝は大型貝より乾燥に対する抵抗力は弱いのであらうと考えられる。かつて小宮・安羅岡(1954)の実験結果から見ても、また自然界におけるミヤイリガイの棲息状態の観察結果からしても大型貝に比して小型貝のそれ(稚貝)は水棲性のように見られるが、このことは本実験の結果からしても容易に首肯しうる。

ミヤイリガイの乾燥状態下における死亡の原因に関しては、摂食不能のため飢餓死におちいるという可能性も一応考えられなければならないだろうが、川本(1954)が乾燥状態下の貝を一定期間後水中に投げ、生きていることを確かめた後再び乾燥状態にし、何等餌を与えずしてこれを繰返して、夏期において126日以上生きると報告していることと照合してみると、その死亡は一次的には、その代謝機能との関連において水分消失がもつとも大きな影響を与えているものと考えて差支えないであらう。

2) 夏期と冬期における乾燥に対する抵抗力の差：これについては第6, 7図を比較参照されたい。(この場合の平均気温は夏期では21°C・冬期では13°C, 平均比湿は夏期では77%・冬期では60%) すなわち大型貝の100%死亡時の生存日数は、夏期冬期とも乾燥後100日であつて、この点両者のそれは一致しているが、50%死亡時のそれは夏期においては40日と50日の中間を示しているのに、冬期では60日となつている。この場合の50%死亡時の水分消失率は夏期で22%・冬期では34%を示し、100%死亡時のそれは前者で40%・後者では44%を示した。中型貝の50%時の死亡時の生存日数は夏期では30日と40



第6図 乾燥によるミヤイリガイの水分消失率と死亡率の関係



第7図 乾燥によるミヤイリガイの水分消失率と死亡率の関係

日の中間・冬期では50日と60日の中間を示し、100%死亡時のそれは前者で80日・後者では90日であつた。この場合の50%死亡時の水分消失率は夏期では20%と26%の中間・冬期では36%と40%の中間を示し、100%死亡時のそれは前者で41%・後者では45%であつた。

以上の如く大型貝及び中型貝の生存日数は50%, 100%死亡時の何れにおいても夏期における方が冬期におけるより短かいのであるが、一方その水分消失率は却つて夏期におけるより冬期における方が、やや大きい傾向が看取された。これらの差については、冬期と夏期に実験した貝の採集個所が異なること、及びその1個当りの平均重量が同一でないことも一応考慮に値するものの、むしろこれは貝自体の代謝機能が両期における差異に起因しているのではないかと考えた方が良さそうである。すなわちマイリガイは一般に冬季では冬眠状態にあるを常とすると云われており、かかる状態下においてはその代謝機能がいちじるしく緩慢に行われる一方夏期高温下では上次状態下に比して貝自体の代謝機能の増大が予想されるからである。

3) 乾燥による雌雄の抵抗力の差：乾燥後30日までは両者とも大差ない死亡率(15%以内)を示すが、30日以後からそれは両者とも著明に上昇し、とりわけ雄貝の方が短時日の間(79日後)に100%の死亡率を呈するにいたる。云いかえれば雌貝は雄貝に比して乾燥に対する抵抗力はやや強いようである。

4) 乾燥による殻内の水分消失：これは乾燥後30~40日では比較的速かて25~30%の下降を示しているが、この期間の死亡率は20%以内を彷徨している。しかるに乾燥後40~50日以後は水分消失率は比較的緩慢になるが、一方死亡率は30~35%を示す辺りから著しく上昇し始める。そして乾燥後60日(水分消失率35~40%)ごろからは水分消失率は殆んど一定になるが、貝の100%死亡時には大型貝(乾燥後102日)では水分消失率43%, 中型貝(91日後)では水分消失率45%, 小型貝(60日後)では水分消失率48%を呈する。乾燥後30~40日までの水分消失率が比較的いちじるしい下降を示すことから考えてみると、これは殻内の貝体内以外に約20~25%の水分が含まれており、これがまづ蒸発することにより、かかる速かな水分消失が招来されるのであろうと推定される。かくしてその水分が消失する期間は比較的低い死亡率が示されているものと考えることが可能である。一方また水分消失率20~25%(乾燥後30~40日)から水分消失率の上昇の曲線の緩慢になるごろから貝の死亡率曲線は上昇し始める事実はこのごろから漸く貝の軟体内水分の消失がいちじるしくなるため、貝体が速かに死亡しつつあるものであろうと解釈することができる。

## 要約

1) 乾燥による死亡率は乾燥後40日までは約20%以内に止つてはいるが、乾燥後40日からは著明な上昇を現わし、小型貝は60日で中型貝及び大型貝は80~100日後でおの100%の死亡率を示す。

2) 殻内貯溜水をも含めた水分消失率は乾燥後30日までは比較的著しい下降を示し、30~40日後からやや緩慢になり、60日以後からは殆んど一定の値を示すようである。水分消失率が35~40%に達すると殆んど100%の貝が死亡する点から見ると、一般的に云つて35~40%の水分消失は貝にとつては致命的であるように考えられる。

3) 大型貝は夏期及び冬期において共に、より小型の貝に比較して乾燥に対して抵抗力が強いようである。これはおそらくは両者の水分消失量の差によるものであろう。すなわち殻長別に乾燥による抵抗力の強さを示せば大型貝>中型貝>小型貝の順序となつた。

4) 乾燥に対する抵抗力は冬期における方が夏期におけるよりも強いようである。この差はおそらく両期における代謝機能の差異に起因しているように考えられる。

5) 雌雄の乾燥に対する抵抗力の差は乾燥後30日から70日までは雌雄間に僅かの差が認められるようであるが、また100%死亡時では両者間に約20日間の差が認められることからみると、雌貝は雄貝よりも乾燥に対する抵抗力はやや大きいようである。

実験材料の採集に種々御便宜を与えられた山梨県立医学研究所杉浦三郎博士、飯島利彦技師及び各位に深謝の意を表す。

本論文の要旨は昭和33年第27回日本寄生虫学会総会において発表した。

追記：第1図の50日数は51と訂正

## 参考文献

- 1) Cort, W. W. (1919): On the resistance to desiccation of the intermediate host of *Schistosoma japonicum* Katsurada. J. Parasitol., 6, 84-88. —2) 板垣博(1954): 宮入貝の解剖学的研究, 日本寄生虫学会記事, 23. —3) 小宮義孝・安羅岡一男(1954): 水中におけるマイリガイ(*Oncomelania nosophora*)の行動について, 衛生動物, 4. 小林晴治郎博士古稀祝賀記念誌. —4) 川本脩二(1954): 宮入貝の生物学的研究 II, 京都府立医大誌, 55, 880-881. —5) Sugiura, S. (1933): Studies on *Oncomelania nosophora* (Robson), An intermediate host of *Schistosoma japonicum*. Mitt. Path. Inst. Med. Fakult. Nigata, 31, 1-18. —6) 山内順一(1919): 日本住血吸虫中間宿主の生物学的研究, 日本病理会誌, 9, 231.

### Summary

To know the relation of the survival of *Oncomelania nosophora* and its water loss under the dried condition several experiments were carried out and the results are summarized as follows.

1. The death rate of snails under the dried condition was not so prominent up to the 40th day after the exposure but increased rather rapidly after then and 100% death can be attained after 60 days with the youngest, after 80-100 days with younger and the adult.

2. The water loss of the snail after the exposure to dryness achieved rather rapidly up to 30 days after the exposure but afterwards it was lost rather slowly and 60 days after practically no loss of

water was recognizable. From that time the mortality of snails increased rapidly and attained very soon up to 100%. Roughly speaking about 49% water loss appeared to be vital for the survival of snails.

3. As compared to the adult, younger snails showed rather less resistance to dryness. Such a difference is considered to originate chiefly to the difference of the water loss from them.

4. Snails showed rather less resistance to dryness in summer than in winter, the cause of which is considered chiefly due to the difference of metabolism in both seasons.

5. Male appeared to show rather less resistance to dryness than female.