

広東住血線虫の実験的中間宿主について

堀 栄 太 郎

埼玉医科大学寄生虫学教室

加 納 六 郎 石 垣 嘉 子

東京医科歯科大学医学部医動物学教室

(昭和51年8月5日 受領)

本邦においては今日まで広東住血線虫の主要な中間宿主として沖縄ではアフリカマイマイ *Achatina fulica*, アシヒダナメクジ *Laevicaulis alte* (Nishimura, 1966; 安里・岸本, 1976) 並びにシュリマイマイ *Satsuma (Coniglobus) mercatoria*, オキナワウスカワマイマイ *Fruticicola (Acusta) despecta*, パンダナマイマイ *Bradybaena circulus* (安里・岸本, 1976), 小笠原(父島・母島)ではアフリカマイマイ (堀ら, 1973b; 1974), 東京港湾地区ではコウラナメクジ類 (堀ら, 1973a) が知られている。一方実験的には Yanagisawa (1967) が数種の日本産貝類について感染実験を行ない, 実験的中間宿主になることを証明している。

今回は数種の日本産陸棲貝, 淡水貝およびコウラナメクジについて本線虫幼虫の感染実験を行ない, 体内での発育を観察し, 知見を得たので報告する。

材料および方法

実験に供した陸棲貝は沖縄石垣産オキナワウスカワマイマイ *Fruticicola (Acusta) despecta* (Photo. 1), 小笠原母島産オナジマイマイモドキ *Bradybaena oceania* Habe, 1962 (Photo. 2), 岡山県産セトウチマイマイ *Euhadra hickonis* (Photo. 3) および 埼玉県毛呂山町産オカモノアライガイ *Succinea lauta* (Photo. 4) の4種, 淡水貝は神奈川県伊勢原産カワニナ *Semisulcospira libertina* (Photo. 5) および静岡県下田で採集し継代飼育したインドヒラマキガイ *Indoplanorbis exustus* (Photo. 6) の2種, コウラナメクジ類は東京晴海産チャコウラナメクジ *Limax marginatus* 1種の計7種であつた。

陸棲貝およびチャコウラナメクジの飼育は25°Cの恒温室内で行い, 径約12cm, 高さ約11cmの蓋付ガラス容器を用い蓋の内側および容器の底に湿つた濾紙を置き,

容器内を湿室にして飼育し餌はレタスを与え, 濾紙および餌は毎日取り替えた。感染方法はあらかじめ, 感染ラット糞便を浄水で溶かし, 遠心沈殿した沈渣糞便(カバーガラス18mm×18mm 当り第1期幼虫約10匹を含む)を飼育容器内のレタスの上に置き, 餌として与え約24時間摂食させた。

淡水貝の飼育は25°Cの恒温室内で行い, 熱帯魚用水槽(45cm×30cm 高さ30cm)で飼育し餌はレタスとラット用固形飼料を粉末にして与えた。感染方法は陸棲貝の感染で用いた同じ型の容器を用い, 水中には20~25個の貝を入れ, あらかじめ, 遠心沈殿した感染ラット糞便沈渣を容器底に静かに投入し, 貝に約24時間摂食させた。摂食後は飼育用水槽に移して飼育した。

広東住血線虫幼虫の検出は陸棲貝および淡水貝共に摂食後14~42日の間に行ない個体毎に殻長を計測し, その後殻を取り除き, 軟体部を細かく切りきざんで1%塩酸ペプシンによる消化法で40~45°Cの孵卵器内に約30分放置し, ガーゼで濾過し, 遊出した幼虫の有無を調べ計数した。なおオナジマイマイモドキおよびチャコウラナメクジについては摂食後経時的に体内での幼虫の発育状況を観察した。またオナジマイマイモドキ, セトウチマイマイおよびインドヒラマキガイから検出の第3期幼虫のラットへの感染実験も行った。

成 績

貝類およびチャコウラナメクジ内における感染状況: オキナワウスカワマイマイ, オナジマイマイモドキ, セトウチマイマイ, オカモノアライガイ, カワニナ, インドヒラマキガイおよびチャコウラナメクジについての感染状況は Table 1 に示す通りである。これらの体内で第3期幼虫まで発育したのはオキナワウスカワマイマイ, オナジマイマイモドキ, セトウチマイマイ, オカモ

Table 1 Experimental infection of snails and a terrestrial slug with first-stage larvae of *Angiostrongylus cantonensis* in rat feces

Species	Locality	Day after infection	No. of snails tested	No. of snails infected (%)	Average number of larvae found per snail	Average number of the 3rd-stage larvae found per snail
<i>Fruticicola (Acusta) despecta</i>	Okinawa, Ishigaki-jima	42	6	2 (33.3)	2.0	2.0
<i>Bradybaena oceanica</i>	Ogasawara, Haha-jima	14~20	33	33(100)	38.4	34.6
<i>Euhadra hickonis</i>	Okayama	17	6	3(50)	12.5	11.3
<i>Succinea lauta</i>	Saitama, Moroyama	14~30	13	9(69.2)	14.0	10.7
<i>Semisulcospira libertina</i>	Kanagawa, Isehara	14~20	33	1(3.0)	0.3	0
<i>Indoplanorbis exsutus</i>	Kanagawa, Shimoda	14~25	22	9(40.9)	3.6	2.4
<i>Limax (Lehmannia) marginatus</i>	Tokyo, Harumi	15~18	15	15(100)	18.6	16.7

ノアラガイ、インドヒラマキガイおよびチャコウラナメクジの6種であった。

オキナワウスカワマイマイ：殻長平均14.3mm，殻幅平均12.6mmの成貝で摂食後42日目の検査で陽性率33.3%で、何れも第3期幼虫にまで発育しており、陽性貝1個宛の平均数は2.0であった。

オナジマイマイモドキ：殻長平均12.0mm 殻幅平均10.0mmで摂食後14~20日の検査で陽性率100%，陽性貝1個宛の平均第3期幼虫数は34.6であった。

セトウチマイマイ：殻長平均14.5mm，殻幅11.1mmの貝で摂食後17日目の検査で陽性率50%，陽性貝1個宛の平均第3期幼虫数は11.3であった。

オカモノアラガイ：殻長平均18mm，殻幅平均11.0mmで摂食後14~30日の検査で陽性率69.2%，陽性貝1個宛の平均第3期幼虫数は10.7であった。

カワナ：殻長20~30mmの成貝を使用，摂食後14~20日の検査で陽性率3.0%と低く，第3期幼虫は全く検出されず，摂食後20日目の観察で陽性貝は1個体で僅かに第2期幼虫（体長平均376.7 μ ，体幅平均28.4 μ ）が検出されたのみであった。

インドヒラマキガイ：殻長平均14.2mm 殻幅平均12.0mmで摂食後14~25日の検査で陽性率40.9%，陽性貝1個宛の平均第3期幼虫数は2.4であった。

チャコウラナメクジ：自然感染のないものを選び，体長平均28.0mm，体幅7.0mmで摂食後15~18日の検査で陽性率100%，陽性ナメクジ1個宛の平均第3期幼虫数は16.7であった。

オナジマイマイモドキ内における広東住血線虫幼虫の発育状況：

オナジマイマイモドキは小笠原父島・母島には多数常在する小形の陸棲貝であるが自然感染はみられなかつた（堀ら，1974）。この貝に感染実験を行ない，摂食後1日，3~7日，10日，15日および20日目の5段階で経目的に取り出し，貝内での幼虫の発育過程を観察した。その発育状況は，Table 2に示すように，摂食後1日目は陽性率100%で第1期幼虫のみであった。3~7日目では第1期幼虫および第2期幼虫を検出，大部分(79.4%)は第2期幼虫まで発育していたが，第3期幼虫は検出されなかつた。10日目では陽性率100%，第1期幼虫は検出されず，第2期幼虫および第3期幼虫が検出され68.1%が第3期幼虫であった。15日目では第2期幼虫および第3期幼虫が検出され，81.9%が第3期幼虫まで発育，20日目では殆んど幼虫（97.1%）が第3期幼虫であった。このことから，オナジマイマイモドキ内では，約2週間で大部分の幼虫が第3期まで発育することが分つた。また第1期幼虫，第2期幼虫および第3期幼虫の各期毎に虫体を計測した。Table 3に示したように第1期幼虫は体長平均0.28mm（0.27~0.29mm），第2期幼虫は体長平均0.37mm（0.32~0.42mm）および第3期幼虫は体長平均0.47mm（0.45~0.49mm）であった。

チャコウラナメクジ内における広東住血線虫幼虫の発育状況：

チャコウラナメクジは東京晴海で多数採集され，この地域では高率に自然感染のみとめられた種である（堀

Table 2 The development of larvae of *A. cantonensis* in *Bradybaena oceanica*

Days after infection	No. of snails tested	No. of snails infected (%)	Average number of active larvae of <i>A. cantonensis</i>			
			1st-stage(%)	2nd-stage(%)	3rd-stage(%)	Total
1	6	6(100)	15.6(100)			15.6
3~7	30	26(86.7)	3.1(20.6)	15.4(79.4)		18.5
10	14	14(100)		8.6(31.9)	18.4(68.1)	
15	21	21(100)		5.9(18.1)	26.8(81.9)	
20	12	12(100)		0.8(2.9)	47.8(97.1)	

Table 3 Measurements of larvae of *A. cantonensis* obtained from *Bradybaena oceanica* (mm)

	No. of larvae		Body length	Body width	Distance from anterior tip to			
					nerve ring	posterior end of oesophagus	genital primordium	anus
1st-stage larva	10	Mean	0.28	0.01		0.08		0.25
		Range	0.27 ~ 0.29			0.07 ~ 0.10		0.24 ~ 0.26
2nd-stage larva	20	Mean	0.37	0.03	0.07	0.14	0.22	0.34
		Range	0.32 ~ 0.42	0.028 ~ 0.034	0.06 ~ 0.08	0.13 ~ 0.16	0.20 ~ 0.25	0.29 ~ 0.38
3rd-stage larva	20	Mean	0.47	0.026	0.09	0.17	0.29	0.43
		Range	0.45 ~ 0.49	0.026 ~ 0.028	0.08 ~ 0.09	0.16 ~ 0.19	0.26 ~ 0.30	0.41 ~ 0.45

Table 4 The development of larvae of *A. cantonensis* in *Limax marginatus*

Days after infection	No. of snails tested	No. of snails infected (%)	Average number of active larvae of <i>A. cantonensis</i>			
			1st-stage(%)	2nd-stage(%)	3rd-stage(%)	Total
5~6	8	5(62.5)	27.5(100)			27.5
10	10	9(90.0)		17.1(75.3)	5.6(24.7)	
15~18	15	15(100)		1.9(10.1)	16.7(89.9)	

ら, 1973a). 実験に供したチャコウラナメクジは自然感染のみられなかつた6月に採集し, 実験に先き立ち2群に分け, 1群(30個体)は直接広東住血線虫幼虫の感染有無を検査し, 感染していないことを確め, 他の1群について幼虫感染実験を行った。

チャコウラナメクジに第1期幼虫摂食後は, 5~6日目, 10日目および15~18日目の3段階で, 経日的に体内での幼虫の発育過程を観察した。幼虫の発育状況はTable 4に示した。摂食後5~6日目では陽性率62.5%, 第1期幼虫のみであつた。10日目では陽性率90%, 第2期幼虫および第3期幼虫が検出されたが, 大部分(75.3%)は第2期幼虫であつた。15~18日目では陽性率

100%, 第2期幼虫および第3期幼虫が検出された。検出された幼虫の大部分(89.9%)は, 第3期幼虫で第2期幼虫は僅かであつた。以上のことから, チャコウラナメクジ内でも, オナジマイマイモドキ内での発育と同様摂食後約2週間で, 大部分の幼虫が第3期幼虫まで発育することが分つた。

貝類およびチャコウラナメクジより検出の第3期幼虫のラットへの感染実験:

実験的に貝類およびチャコウラナメクジに第1期幼虫を感染させ, 検出された第3期幼虫が, 宿主内で成虫になるかどうかを調べるために, ラットへの感染実験を行なつた。

Table 5 Experimental infection of rats with 3rd-stage larvae of *A. cantonensis* from snails and terrestrial slug by oral feeding

Species	No. of rats used	No. of 3rd-stage larvae fed	Average number of <i>A. cantonensis</i> recovered			Recovery rate (%)
			Male	Female	Total	
<i>Bradybaena oceania</i>	7	40	7(2~10)*	9(5~12)	16(8~22)	39.2(20~55)
<i>Euhadra hicknis</i>	1	26	4	6	10	38.4
<i>Indoplanorbis exustus</i>	4	40	10(6~14)	11(6~23)	21(12~35)	52.5(30~87.5)
<i>Limax marginatus</i>	3	40	10(5~16)	11(9~14)	21(14~27)	55.0(38~67.5)

* Range

Table 6 Measurements of *A. cantonensis* obtained from rats infected with 3rd-stage larvae grown in *Bradybaena oceania* (mm)

Male	10 worms	Mean	Range
Body length		19.5	17.8 ~ 20.6
Body width (at widest part)		0.3	
Length of oesophagus		0.3	
Length of supicule		1.19	1.17 ~ 1.25
Female	10 worms	Mean	Range
Body length		25.1	23.2 ~ 26.4
Body width (at widest part)		0.38	0.38 ~ 0.4
Length of oesophagus		0.3	
Vulva (distance from posterior end)		0.2	0.2 ~ 0.3
Anus (distance from posterior end)		0.06	0.06 ~ 0.07

ラットへの感染実験を行ったのは、第3期幼虫が検出されたオナジマイマイモドキ、セトウチマイマイ、インドヒラマキガイおよびチャコウラナメクジの4種であった。

ラットへの感染方法は、実体顕微鏡下で確実に計数した第3期幼虫を、経口感染用長針(長さ8cm)を用いて、確実にラットの胃に達するように注入した。注入後は約50日目に剖検し、肺動脈内の成虫の有無および寄生数を調べた。

成虫の寄生状況は、Table 5に示したように、虫体回収率平均はオナジマイマイモドキ39.2%(20~55%)、セトウチマイマイ38.4%、インドヒラマキガイ52.5%(30~87.5%)およびチャコウラナメクジ55.0%(38.0~67.5%)であった。おな、オナジマイマイモドキより検出の第3期幼虫をラットに感染させて得られた成虫、雌および雄10匹宛を計測し、その成績はTable 6に示した。雄虫は体長平均19.5mm(17.8~20.6mm)、雌虫は体長平均25.1mm(23.2~26.4mm)であった。

考 察

本邦において、本線虫の中間宿主の自然感染のみとめられた沖縄、小笠原や東京港湾地区での採集材料をも含めて、陸棲貝、淡水貝およびチャコウラナメクジが、実験的中间宿主になり得るかどうかを観察した。

本邦においては、Yanagisawa(1967)が数種の日本産貝類を用いて感染実験を行ない、感受性があつたとのべ、コハクガイ、オカチヨウジガイ、ウスカワマイマイおよびミスジマイマイがヒダリマキマイマイ、サカマキガイより感染性が高かつたとのべている。また多田(1975)は、北海道で普通にみられるブレキマイマイ *F. (Ainohelix) blakeana* での感染実験で、感受性のあつたことを報告している。安里・岸本(1976)は、沖縄でオキナワウスカワマイマイについて自然感染がみとめられたという。今回の実験で、陸棲貝オキナワウスカワマイマイ、オナジマイマイモドキ、セトウチマイマイ、およびオカモノアラガイに感受性がみられた。中でも、オナジ

マイマイモドキは高い感受性がみられた。Wallace and Rosen(1969 a, b)は、同属のオナジマイマイ *Bradybaena similaris* にオアフ島およびハワイ島で自然感染をみとめ、安里・岸本(1976)は、沖縄で同属のパンダナマイマイ *Bradybaena circulus* に自然感染をみとめた。淡水貝カワニナについては、摂食後20日経過しても第3期幼虫は検出されず、実験的に中間宿主になり得ないものと思われる。インドヒラマキガイは感受性がみられ、*Biomphalaria glabrata* と共に好適な実験的中间宿主になるとと思われる。チャコウラナメクジについては、自然感染がみられたように、実験的にも高い感受性がみられた。

チャコウラナメクジおよびオナジマイマイモドキについては、第1期幼虫摂食後体内での発育過程を観察し、両種共約2週間で、大部分の幼虫(80~90%)が第3期幼虫まで発育することが分つた。またオナジマイマイモドキ、セトウチマイマイ、インドヒラマキガイおよびチャコウラナメクジで検出の第3期幼虫の、ラットへの感染実験により成虫が得られた。

以上のことから、オキナワウスカワマイマイ、オナジマイマイモドキ、セトウチマイマイ、オカモノアラガイ、インドヒラマキガイおよびチャコウラナメクジの6種は、実験的に中間宿主になり得ることが分つた。

ま と め

日本産普通種の陸棲貝オキナワウスカワマイマイ *Fruticicola (Acusta) despecta*, オナジマイマイモドキ *Bradybaena oceania*, セトウチマイマイ *Euhadra hickonis*, オカモノアラガイ *Succinea lauta*, 淡水貝カワニナ *Semisulcospira, libertina*, インドヒラマキガイ *Indoplanorbis exsutus* およびチャコウラナメクジ *Limax (Lehmannia) marginatus* の7種を用いて、実験的に広東住血線虫の中間宿主になり得るかどうかを検討し、次の結果が得られた。

1. オキナワウスカワマイマイ、オナジマイマイモドキ、セトウチマイマイ、インドヒラマキガイおよびチャコウラナメクジの6種は、これらから検出の第3期幼虫のラットへの感染で成虫が得られ、実験的に中間宿主になり得る。

2. カワニナは、感染実験で第3期幼虫までの発育は

みとめられなかつた。

3. オナジマイマイモドキおよびチャコウラナメクジで、摂食後約2週間で大部分の幼虫は第3期幼虫まで発育した。

稿を終るにあたり、採集した貝類の同定に国立科学博物館波部忠重博士の御教示を賜わり、深謝致します。なお本論文の一部は第43回日本寄生虫学会(大阪, 1974)および第45回日本寄生虫学会(弘前, 1976)において発表した。

文 献

- 1) 安里竜二・岸本高男(1976): 沖縄における広東住血線虫の研究, 1. 分布状況の調査. 寄生虫誌, 25(増), 30.
- 2) 堀栄太郎・楠井善久・松井暎延・服部寿雄(1973 a): 東京港湾地区における広東住血線虫の調査研究, (2). 中間宿主について. 寄生虫誌, 22, 209-217.
- 3) 堀栄太郎・篠永哲・和田芳武・楠井善久(1973 b): 小笠原諸島父島における広東住血線虫の調査研究. 寄生虫誌, 22, 347-353.
- 4) 堀栄太郎・宮本健司・楠井善久・斉藤一三(1974): 小笠原諸島母島における広東住血線虫の調査研究. 寄生虫誌, 23, 138-142.
- 5) Nishimura, K. (1966): Investigation of the rat lung worm, *Angiostrongylus cantonensis* in the Ryukyu Island. Jap. J. Parasit., 15, 232-238.
- 6) 多田融右(1975): 北海道産住家性ネズミの寄生蟻虫, 特に広東住血線虫 *Angiostrongylus cantonensis* Chen, 1935について. 北獣会誌, 19, 95-98.
- 7) Wallace, G. D. and Rosen L. (1969a): Experimental infection of Pacific island mollusks with *Angiostrongylus cantonensis*. Am. J. Trop. Med. Hyg., 18, 13-19.
- 8) Wallace, G. D. and Rosen L. (1969 b): Studies on eosinophilic meningitis. V. Molluscan host of *Angiostrongylus cantonensis* on Pacific Islands. Am. J. Trop. Med. Hyg., 18, 206-216.
- 9) Yanagisawa, T. (1967): Some common species of pulmonate snails as the experimental intermediate host of *Angiostrongylus cantonensis*. Jap. J. Parasit., 16, 324-330.

AbstractEXPERIMENTAL INTERMEDIATE HOSTS OF *ANGIOSTRONGYLUS*
CANTONENSIS: STUDIES ON SNAILS AND A SLUG

EITARO HORI

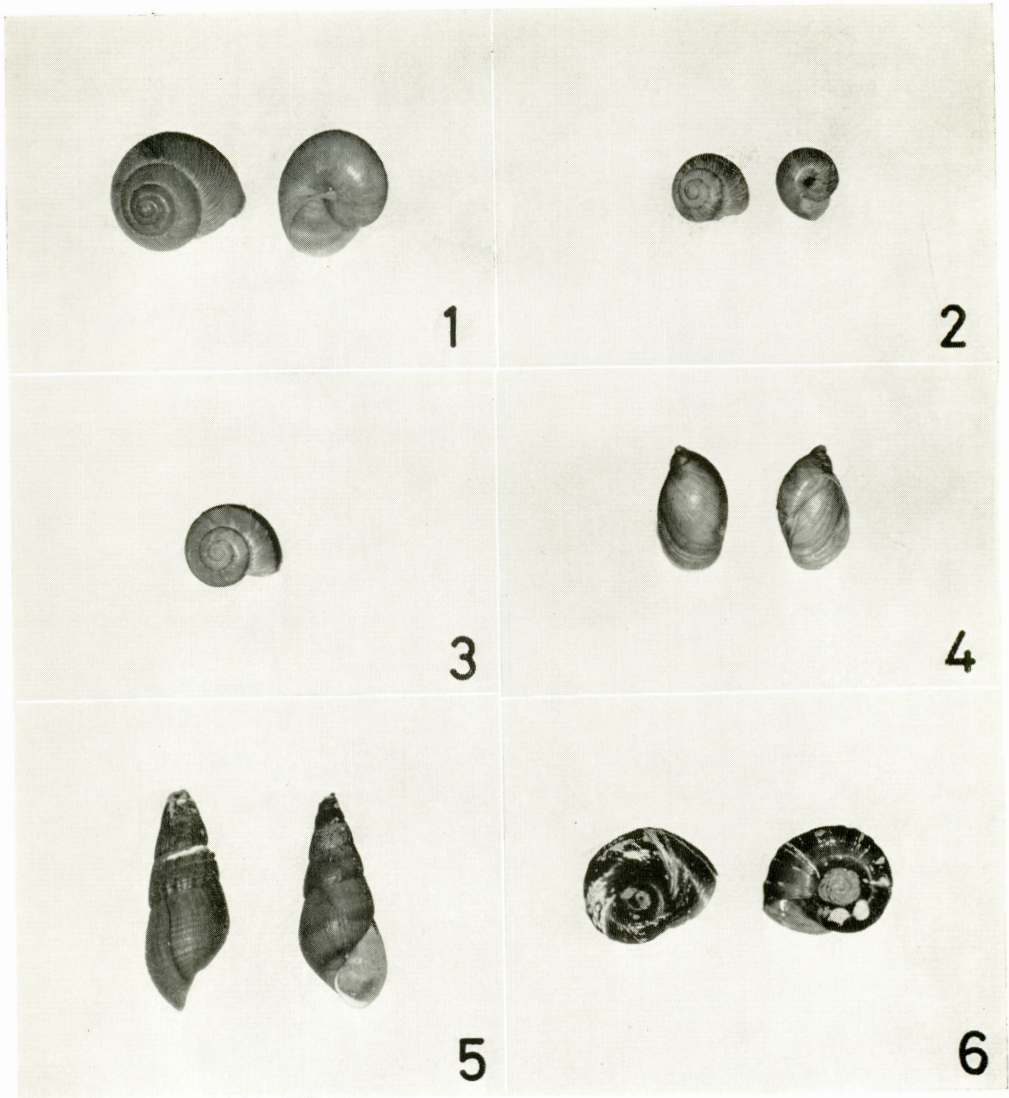
*(Department of Parasitology, Saitama Medical
School, Saitama, Japan)*

ROKURO KANO AND YOSHIKO ISHIGAKI

*(Department of Medical Zoology, Tokyo Medical and
Dental University, Tokyo, Japan)*

Four species of terrestrial snails, *Fruticicola (Acusta) despecta*, *Bradybaena oecania*, *Euhadra hickonis* and *Succinea lauta*, two species of aquatic snails, *Semisulcospira libertina* and *Indoplanorbis exustus*, and one species of slugs, *Limax marginatus*, were experimentally exposed to rat feces containing a large number of the first-stage larvae of *Angiostrongylus cantonensis*.

F. (A.) despecta, *B. oecania*, *E. hickonis*, *S. lauta*, *I. exustus* and *L. marginatus* were found to be infected with *A. cantonensis* larvae, while no third-stage larvae were found in *S. libertina*. Most of the infected larvae in *B. oecania* and *L. marginatus* were grown to the third-stage larvae within two weeks after exposure. The resulting third-stage larvae from these mollusks could be grown to the adults in rats.



Explanation of Photographs

Terrestrial snail

- Photo. 1. *Fruticicola (Acusta) despecta* ×1.5
 Photo. 2. *Bradybaena oceania* ×1.5
 Photo. 3. *Euhadra hickonis* ×1.5
 Photo. 4. *Succinea lauta* ×1.5

Aquatic snail

- Photo. 5. *Semisulcospira libertina* ×1.5
 Photo. 6. *Indoplanorbis exustus* ×1.5