

한국산 다슬기 (*Semisulcospira* spp.) 의 흡충류 유미유충 감염실태 및 농약의 잔류성에 관한 조사연구

연세대학교 의과대학 기생충학교실

임승균 · 정인실 · 정평림 · 이근태

= Abstract =

Residual Chlorinated Hydrocarbon Pesticides in *Semisulcospira* spp. (Gastropoda: Pleuroceridae) Collected at the Endemic and Non-endemic Areas of Paragonimiasis in Korea

Seung-Kyun Im, In-Sil Joung, Pyung-Rim Chung and Keun-Tae Lee
Department of Parasitology, College of Medicine, Yonsei University

One of the most medically important snail species of Korea is *Semisulcospira* spp., a member of the freshwater prosobranch family pleuroceridae. The parasites that these snails transmit to humans are mainly *Paragonimus westermani* and *Metagonimus yokogawai*. On the other hand, *Semisulcospira* snails are edible as a foodstuff in Korea.

The present study was first aimed to detect out residual pesticides in the snails collected at the endemic and non-endemic areas of paragonimiasis in Korea and to make relationship to the detectability of larval trematodes shed from the snails.

In addition, water specimens from the habitats where the snails were collected were sampled and analysed to elucidate environmental conditions of the habitats.

This malaco-ecological survey was done at 7 endemic and 3 non-endemic areas of paragonimiasis for about more than 2 years, May, 1984 through October, 1986.

All the water samples both from the endemic and non-endemic areas of paragonimiasis showed normal ranges of the criteria of upper freshwater streams, with lower B.O.D. (0.4~2.0 ppm) and higher D.O. values (9.5~11.0 ppm) than those in the large river systems

Infection rate of digenetic trematodes in total snails collected was 6.7%, but no *Paragonimus* cercaria was detected out at all even in the endemic areas of paragonimiasis. The ecological factors affecting *Paragonimus* larvae in the snails were also discussed.

A total of 9 chlorinated hydrocarbon pesticides was targeted to detect out from the tissues of snails. Out of 9 pesticides, aldrin, beta-BHC, p, p-DDT, dieldrin, DDE, lindane, heptachlor and heptachlor epoxide were eluted from the snails. The highest levels of the pesticides were mostly detected out in the snails collected from the Donghae-Chun area of Haman and the Kangwha area of Kyongki-Do, where the lowest infection rates of trematode cercariae (0~0.5%) were revealed.

The possibilities that the residual pesticides in the freshwater animals including *Semisulcospira* snails might be transferable to humans were also discussed.

서 론

한국산 다슬기류(*Semisulcospira* spp.)는 두가지 측면

에서 우리와 깊은 관련을 갖고 있다. 즉, 그 하나는 의학적인 측면으로 우리나라 산간지방의 풍토병으로 알려진 폐흡충증(paragonimiasis)과 하천지역에 만연되어 있는 요꼬가와와 흡충증(metagonimiasis)의 원인기생충류의

제 1 중간숙주로서 다슬기류가 관여하고 있다는 점과, 다른 하나는 다슬기 자체를 식용으로 하고 있다는 경제적 측면이 있다.

다슬기는 Pleuroceridae과(科)에 속하며 태생으로 그 생활환을 갖고 있는 담수산 권패류(snail)의 일종으로서 (Chung, 1983) 官永(1938)은 다슬기가 강원도 일부 산간지대를 제외하고 전국도처의 산간계곡에 분포되어 있음을 보고하고 있으나 분포지역의 생태적 상황등을 현재로서는 파악하기 힘든 실정이다. 다만 폐흡충 및 오꼬가와 흡충의 감염률이 다슬기의 분포와 밀접한 관계가 있으며, 패류서식처의 환경적부가 서식 및 번식에 미치는 영향을 클 것으로 사료된다(金, 1970).

金(1965)은 낙동간 지류인 금호강에서 과수원에 사용한 농약의 유입으로 간흡충(*Clonorchis sinensis*)의 제 1 중간숙주인 왜우렁과 제 2 중간숙주인 담수어에서의 피낭유충 감염률이 감소됨을 관찰한 바 있으며, Kwon등(1972)은 채소류와 미꾸라지에서 잔유 유기염소계 살충제가 검출됨을 보고하면서 농약사용의 행정적 제도를 건의한 바 있다. 농약오염으로 인한 생태계의 변화는 다슬기 개체군에도 영향을 주어 기생흡충류의 생활환에도 변화가 예상되며 더욱이 식용으로 하였을 경우 먹이사슬(food chain)에 의한 인체내의 농약의 생물축적(bioaccumulation)이 심각한 공중 보건학적 의의를 갖을 것으로 사료되나 다슬기 자체에 대한 잔유농약의 검출과 이로 인한 피해등이 우리나라에서 연구된 바 없다.

따라서 본 연구는 국내 일부 폐흡충(*Paragonimus westermani*) 만연지역과 비만연지역 계류에서 다슬기를 채집하여 유기염소계 농약 축적현황을 조사하고, 서식지의 수질 및 기생흡충류 유충감염실태를 아울러 조사하여 생태계 현황과 농약피해 대책을 논의하고자 한 것이다.

재료 및 방법

1) 조사대상지역

1984년 5월부터 1986년 10월에 걸쳐 한국내 폐흡충 만연지역으로 알려진 경기도 강화군, 전라남도 해남군, 완도군 보길도 일원과 비만연지역인 강원도 평창군 대화면, 경기도 청평군 대성리, 충청남도 공주갑사 일원을 대상 지역으로 하여 다슬기를 채집하였으며 서식지에서 채수하여 수질분석을 시행하였다.

2) 다슬기의 채집

채집지는 임의로 채택되어 5개 장소에서 strainer와 D-frame net를 사용하여 다슬기를 채집하였고 그 일부는 기생흡충류 유충 감염률 조사용으로 사용하였고 일부는 -70°C deep freezer에 보관하면서 잔유농약 검출용으로 사용하였다.

3) 흡충류 유미유충(cercarial trematodes)의 검사

5% sodium thiosulfate로 처리된 수도수(deionized tap water) 약 40ml를 각 유리컵에 분주하고 한 마리씩의 가검패를 넣어 약 48시간동안 goose-neck lamp로 조명하면서 실온에 방치한 후 유출된 모든 이세류흡충의 유미유충(digenetic cercarial trematodes)을 해부현미경(dissecting microscope : $\times 60$, A/O)하에서 확인하였고, 일면 모든 가검패는 마쇄하여 유출되지 않는 유미유충과 redia를 재확인 하였다(Miyazaki, 1961; Hamajima and Ishii, 1963).

4) 채집지의 수질검사

가) 용존산소량(dissolved oxygen; D.O.) 및 생물화학적 산소요구량(biochemical oxygen demand; B.O.D.₅) : 시료를 BOD병에 기포가 없이 충전하여 채취한 후 곧 실험실로 운반하여 Winkler's azide modification method에 의하여 정량하였다(Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, APHA, AWWA, WPCF, 1981).

나) 기타수질 항목 : 두개의 BOD채수병중 하나는 기타항목 수질 검사용으로 사용하였으며 모든 검사기준은 日本衛生試驗法(日本藥學會, 1980) 및 Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water (APHA, AWWA, WPCF, 1981)에 의하였다.

5) 다슬기 체내의 농약축적도 조사

다슬기 체내의 잔유농약축적도 조사는 AOAC(1984)법에 따라 추출하고 Gas-chromatography법으로 확인하였다.

가) 잔유농약의 추출 : Deep freezer(-70°C)에 보관한 다슬기를 녹여 껍질을 제거한 후 일부수정한 A.O.A.C.(1980) 공정법에 따라 전처리하였고 잔유농약을 측정

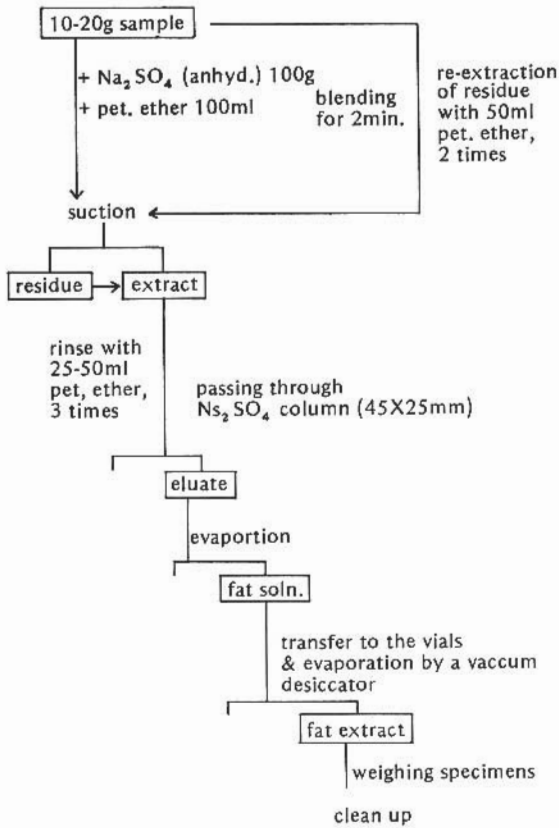


Fig. 1. Flow chart of fat extraction for the determination of pesticide residue from *Semisulcospira* spp. with petroleum ether.

하였다. 즉 잡질을 제거한 다슬기 10 ~ 20 g을 100 g의 Na_2SO_4 (anhydrous)와 잘 섞은 후 석유 ether 100 ml를 넣고 Virtis homogenizer로 2분간 blending한 다음 여과지를 간 buchner's funnel에 옮겨 추출액을 여과하였다. 잔여물에 다시 50 ml의 석유 ether를 넣고 blending하여 여과한 다음 그 추출액을 전 추출액과 합하였다. 이 과정을 반복한 다음 buchner's funnel에 남아있는 잔여물에 25~50 ml의 석유 ether로 3회 씻어서 그 여과액도 전추출액과 모두 합하였다.

이 추출액을 Na_2SO_4 (anhydrous) column(45×25 mm)에 통과시킨 다음 evaporator로 5 ml까지 농축시킨 후 vial에 옮겨 담고 vaccum desiccator를 이용 진공상태에서 완전히 말려서 시료의 무게를 측정하였다(Fig. 1).

이때 사용된 석유 ether(petroleum ether)는 Verdict & Jackson사 제품의 gas chromatography용을 사용하였다.

나) 추출시료의 정제(cleaning up) :

a) Acetonitrile (CH_3CN) Partitioning

무게를 측정한 시료에 석유 ether 15 ml과 석유 ether로 포화시킨 acetonitrile 30 ml을 넣고 separating funnel에 옮겨 1분간 세게 흔들어 준 다음 acetonitrile 층과 석유 ether층을 분리 시켰다. 분리된 acetonitrile 층을 증류수 650 ml와 포화석염수 40 ml, 석유 ether 100 ml가 들어있는 separating funnel에 옮겼다. 처음과정을 3회 반복하여 acetonitrile 층을 분리하여 상기의 separating funnel에 모두 합한 다음 35~45초간 세게 흔들어 수분간 방치하였다.

분리된 아래의 증류수층을 다른 separating funnel에 옮긴 후 석유 ether 100 ml를 넣고 흔든 다음 생긴 석유 ether층을 원래의 석유 ether층과 합하였다. 모아진 석유 ether층은 일단 Na_2SO_4 (anhydrous) column(50×25 mm)에 통과시켜 evaporator로 최종 용량 5 ml까지 농축시켰다(Fig. 2).

본 실험에 사용한 acetonitrile은 Kokusan사 제품의 시판특급용매로서 Teflon membrane filter(0.2 μm pore size)로 여과하여 gas chromatography에 의하여 장애물질이 없는 것을 확인하여 사용하였다. 또한 추출용 시약으로 사용된 Na_2SO_4 (anhydrous)는 Merck사 제품을, NaCl은 시중에서 구입한 특급제품을 사용하였다.

b) Cleaning-up with Florisil®

Floridin사의 특허제품인 Florisil®(60~100 mesh, Kanto Chem. Co., Japan)을 130°C에서 5시간동안 가열하여 활성화 시킨 후 직경 25 mm의 유리관에 5 cm 높이로 packing하고 그위에 Na_2SO_4 (anhydrous)를 1 cm packing하여 석유 ether 50 ml를 흘려 안정화 시켰다.

농축한 시료 5 ml를 제작된 Florisil column에 흘리고 석유 ether 5 ml로 두번 씻어 column에 통과시켰다. 농축된 시료는 즉시 vial에 옮겨 vaccum desiccator로 진공건조하였다(Fig. 3).

이때 유기 용매로 사용된 ethyl ether는 Tedia사 제품으로 역시 Teflon membrane filter(0.2 μm pore size)로 여과하여 gas chromatography에 의하여 장애물질이 없는 것을 확인하여 사용하였다.

다) 잔류 유기염소계 농약의 측정 : 건조된 Florisil

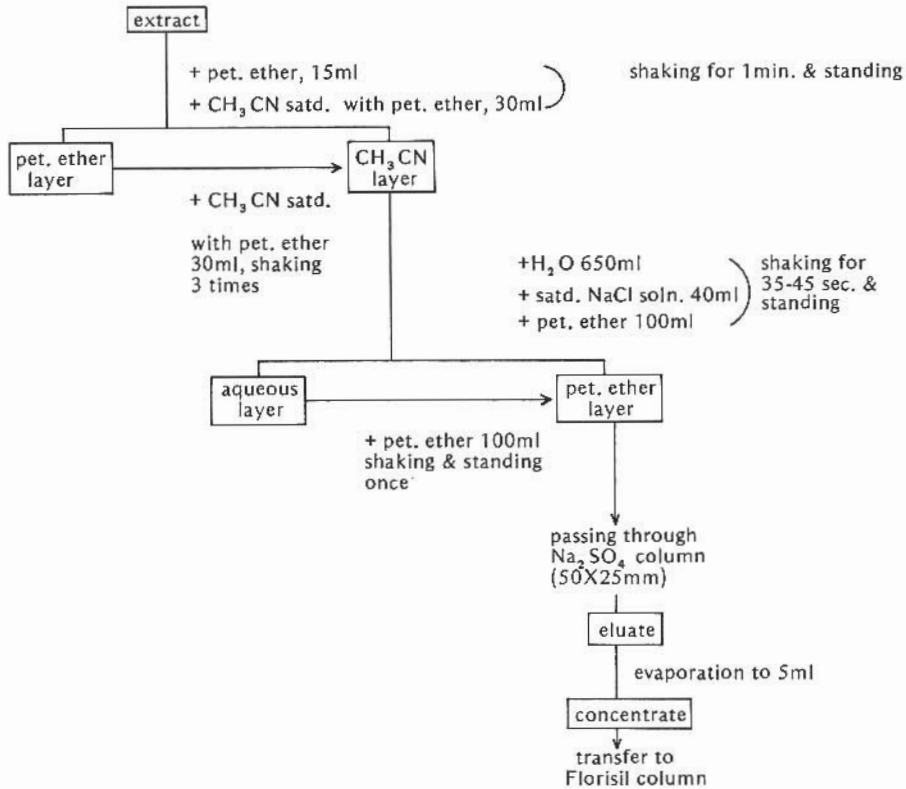
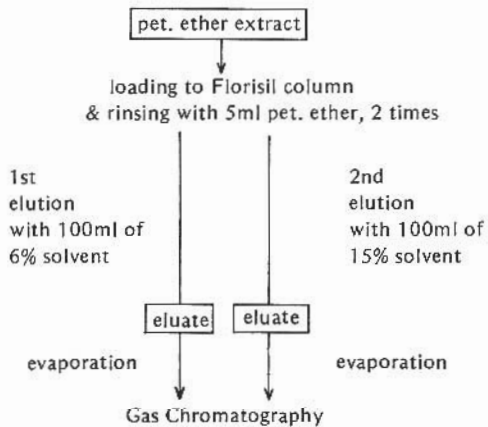


Fig. 2. Flow chart of clean-up procedures of fat solution extracted form *Semisulcospira* sp. for the determination of pesticides residue.



. Florisil column : glass column (22mm/diameter)
5cm Florisil, topped with 1cm Na₂SO₄
prewet with 40-50ml pet. ether

. Eluting solvent : 6%, 15% ethyl ether/pet. ether

. Flow rate : 5ml/min.

Fig. 3. Flow chart of final cleaning-up procedures of acetonitrile eluates through Florisil column.

column eluate를 4 ml의 liquid chromatography용 benzene(Kanto Chem. Co.)에 희석하여 2 μ l씩 gas chromatography(Shimadzu GC-7AG, Japan)에 주사하여 잔유농약량을 측정하였다. 용매로 사용된 benzene 역시 Teflon membrane filter(0.2 μ m pore size)에 여과한 것이었다.

Gas의 flow rate는 50 ml of nitrogen/min, detector temperature는 240°C, column temperature는 190°C, attenuation sensitivity는 128/10, chart speed는 5 mm/min으로 하였으며 2 m 길이의 column의 정지상(stationary phase) 유지체로는 1.5% silicone OV-17(Shimadzu Co., Japan)을 사용하였다.

다슬기 체내의 유기염소계 잔유농약량을 측정하기 위하여 우선 표준 농도곡선을 만들었다. 즉, 표준 유기염소계농약(standard polychlorinated compounds; analytical standards, Ultrascientific Co., U.S.A.)을 0.25, 0.5, 1.0 ppm이 되도록 benzene에 희석시켜 2 μ l씩

gas chromatography에 주사하여 작성된 chromatogram에 나타난 파고(peak height)의 높이를 측정하여 표준농도곡선을 작성하였다.

시료를 주사하여 작성된 chromatogram에서 표준유기염소계 농약과 일치하는 파고의 높이를 측정하여 표준농도곡선에 의거하여 시료의 농약함유량을 산출하고 희석된 benzene의 양을 곱해 농약의 총량을 계산한 후 처음 시료의 무게(wet weight)로 나누어 $\mu\text{g/g/wet weight}$ 단위로 농약함유량을 비교하였다.

결 과

1) 다슬기(*Semisulcospira* spp.)에서 유출된 흡충류 유미유충

폐흡충만연지역으로 알려진 전라남도 완도군 보길도

및 해남군 일대와 경기도 강화군 일원의 제류에서 채집된 총 780마리의 다슬기를 조사한 바 그중 52마리에서 흡충류 유미유충이 검출되어 총 검출률은 6.7%였으며, 지역별 검출률은 보길도가 22.1%로서 가장 높았고 강화군이 0.5%로서 가장 낮았으며 해남군 다슬기는 3.9%의 검출률을 보였다(Table 1).

검출된 유미유충은 *Cercaria of Metagonimus yokogawai*, *Cercaria incerta*, *Cercaria nipponensis*, *Furocercus cercaria*와 *Cercaria yoshidae* 등 5종이었으며 요꼬가와흡충 유미유충의 감염률이 총 4.0%로서 가장 높았으며 폐흡충 유미유충은 어느 지역에서나 검출되지 않았다. 특히 강화지역에서 채집된 총 191마리의 다슬기에서는 단 1마리에서 요꼬가와흡충 유미유충이 검출되었을 뿐이었다(Table 2).

Table 1. Infection rates of Trematode cercariae in *Semisulcospira* spp. collected from the endemic areas of paragonimiasis in Korea

Date	Locality surveyed	No. of snails examined	No. of snails infected with cercariae	Infection rate (%)
July, 1985	Bogil Islet, Chonlanam-do	154	34	22.1
Oct., 1986	Kangwha, Kyongki-do	192	1	0.5
Oct., 1986	Haenam, Chonlanam-do	434	17	3.9
	Chisan-kyo	60	0	0
	Kusan-kyo	88	1	1.1
	Donghae-chun	144	1	0
	Kohyun-kyo	47	10	21.3
	Susung-kyo	95	6	6.3
	Total	780	52	6.7

Table 2. Incidences of larval flukes shed from *Semisulcospira* spp. collected from the endemic areas of paragonimiasis in Korea

Larval fluke	Bogil islet		Kangwha		Haenam		Total	
	No. posit.	%	No. posit.	%	No. posit.	%	No. posit.	%
<i>Cercaria of Metagonimus yokogawai</i>	18	11.7	1	0.5	12	2.8	31	4.0
<i>Cercaria incerta</i>	10	6.5	0	0	3	0.7	13	1.7
<i>Cercaria nipponensis</i>	2	1.3	0	0	1	0.2	3	0.4
<i>Furocercus cercaria</i>	0	0	0	0	1	0.2	1	0.1
<i>Cercaria yoshidae</i>	4	2.6	0	0	0	0	4	0.5
Total No. of snails examined	154		191		434		780	

Table 3. Chemical analysis of waters in which the *Semisulcospira* snails were collected

Areas	Items of chemical analysis *									Total alkalinity
	pH	D.O.	B.O.D.	S.S.	Cl ⁻	NH ₃ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	Hardness	
Endemic areas										
1) Haenam, Chonlanam-do										
Chisan-kyo	6.8	10.7	0.4	1.1	9.5	0.10	0.140	0.0074	47.0	20.0
Kusan-kyo	6.6	10.5	1.2	2.0	11.2	0.02	0.120	0.0074	50.0	15.0
Donghae-chun	6.6	10.7	0.6	2.2	8.1	ND	0.050	0.0074	42.0	12.0
Kohyun-kyo	6.9	10.5	2.0	1.9	10.2	0.05	0.090	0.0148	53.0	20.0
Susung-kyo	6.8	10.5	1.6	1.2	10.2	0.05	0.002	0.0074	50.0	18.0
2) Kangwha, Kyongki-do										
	6.8	10.6	1.9	1.8	5.6	0.014	1.300	0.0820	47.0	16.0
Non-endemic areas										
1) Daewha, Kangwon-do										
	7.7	9.5	1.3	8.0	2.9	ND	1.300	ND	45.0	15.0
2) Chungpyong, Kyongki-do										
	6.3	11.0	1.0	3.7	6.5	0.170	2.000	ND	49.0	20.0

* Unit : mg/l (ppm)
 ND : Not detected

2) 다슬기 서식지의 수질

가) pH, 용존산소량(D.O.), 생화학적 산소소모량(B.O.D.) 및 부유고형물(S.S.) : 채집지 8개 지역의 pH치는 6.3~7.7범위여서 모두 우리나라 음료수 수질기준 이내에 들어 대차 없음을 알 수 있었고 용존산소량(dissolved oxygen; D.O.)은 대화지역이 9.5 ppm으로 가장 낮은치를 보였으나 기타 지역은 모두 10.5~11.0 ppm의 범위였다. 대화지역의 용존산소량이 9.5 ppm이라 하더라도 수산용 수질기준치인 5.0 ppm 이상이어서 용존산소량이 높은 계류에서 다슬기가 서식하고 있음을 알 수 있었다.

생화학적 산소소모량(biochemical oxygen demand; B.O.D.)은 수계의 유기물 오염과 간접적인 관련을 갖고 있고 1.0 ppm이하인 물은 상수처리 없이 식수로 사용할 수 있음을 감안할 때 8개 채수지의 B.O.D.치가 0.4~2.0 ppm인 것은 모두 청정지역임을 알 수 있었다. 더욱이 채집지 모두에서의 부유고형물의 범위가 1.1~8.0 ppm이어서 하천의 1급 수도수 환경기준치 25 ppm이하를 훨씬 밑도는 수치였다(Table 3).

나) 염소이온(Cl⁻), 암모니아성 질소(NH₃-N), 질산성 질소(NO₃-N) 및 인산성 인(PO₄-P) : 채집지 8개 지역에서의 염소이온 농도는 그 범위가 2.9~11.2 ppm이어서 우리나라 음료수 수질기준치인 150 ppm보다 훨씬

히 낮았고, 암모니아성 질소와 인산성 인의 경우는 음료수에서는 검출되어서는 안되며 질산성 질소는 10 ppm을 넘지 않을 것이 요구되나, 채집지의 수질을 보면 암모니아성 질소가 해남 동해천과 강원도 대화를 제외한 모든 지역에서 0.01~0.17 ppm 범위에서 검출되었으며 인산성 인도 강원도 대화지역과 경기도 청평지역을 제외한 모든 지역에서 0.0074~0.0820 ppm범위로 검출되었다. 그러나 이것은 자연하천수의 수질환경기준(Federal Water Pollution Control Act, U.S.A., 1977)에 밀도는 수치이고 질산성 질소의 범위도 전 조사지역에서 0.002~2.0 ppm이었다(Table 3).

다) 경도(hardness) 및 총 알칼리도(total alkalinity) : 모든 채집지역에서의 경도 범위는 42.0~53.0 ppm이었고 총 알칼리도의 범위는 12.0~20.0 ppm이었다. 우리나라의 음료수 수질기준으로는 경도인 경우 300 ppm이하, 총 알칼리도인 경우는 5 ppm 이상이어야 하며, 미국 수질환경기준으로는 자연수서 생물을 위하여 총 알칼리도가 CaCO₃로서 20 ppm 이상이어야 한다. 조사지역의 총 알칼리도에서 자연하천수의 수질환경기준을 약간 밑도는 수치를 보였으나 채집지는 모두 자연수의 범위를 벗어나지 않고 용존산소량이 충분한 자연계류 환경임을 알 수 있었다(Table 3).

Table 4. Chlorinated hydrocarbon pesticides detected from *Semisulcospira* spp.

Brand name or abbreviation	Chemical name
Aldrin	: 1,2,3,4,10 - Hexachloro - 1,4,4a,5,8,8a - hexahydro - 1,4 : 5,8 - dimethanonaphthalene
β -BHC	: β - Benzene hexachloride
Lindane (γ -BHC)	: γ - Benzene hexachloride
p, p-DDD	: p,p-Dichlorodiphenyldichloroethane
p, p-DDE	: p,p-Dichlorodiphenyldichloroethene
p, p-DDT	: p,p-Dichlorodiphenyltrichloroethane
Dieldrin	: 3,4,5,6,9,9 - Hexachloro - 1a,2,2a,3,6,6a,7,7a - octahydro - 2,7 : 3,6 - dimethanonaphth [2,3-b] oxirene
Heptachlor	: 1,4,5,6,8,8 - Hexachloro - 3a,4,7,7a - tetrahydro - 4,7 - methanoindene
Heptachlor epoxide	: 1,4,5,6,8,8 - Hexachloro - 3a,4,7,7a - tetrahydro - 4,7 - methanoindene epoxide

3) 다슬기 체내의 잔유농약 검출 성적

한국내 폐흡충 만연지역과 비만연지역에서 각각 다슬기류(*Semisulcospira* spp.)를 채집하고 유기염소계농약

체내 함유량을 gas chromatography하여 측정하였다. 즉 추출하고자 했던 유기염소계농약은 Aldrin, β -BHC, Lindane (γ -BHC), p, p-DDD, p, p-DDE, p, p-DDT, Dieldrin, Heptachlor, Heptachlor epoxide등 9종이었으며(Table 4), 우선 각 표준 농약의 0.5 ppm 용액으로 gas chromatogram을 작성하여 표준곡선을 만들고 다슬기 조직 eluate로 측정된 gas chromatogram의 파고의 높이와를 비교하였다(Fig. 4, Fig. 5).

채집된 다슬기 체내에서 검출된 유기염소계농약의 잔유량을 지역별로 본 결과는 다음과 같다(Table 5).

Aldrin : 강원도 대화지역(이하 대화지역)에서는 전연 검출되지 않았고, 기타지역에서는 0.0002 ~ 0.0493 ppm 범위로 검출되었으며 최고치를 나타낸 지역은 경기도 강화지역(이하 강화지역)의 0.032 ppm, 전라남도 해남군 동해천지역(이하 동해천지역)의 0.0493 ppm이었다.

β -BHC : 동해천지역에서 0.0610 ppm으로 가장 높은 측정치를 보였으며 강화지역 0.0320 ppm, 전라남도 해남군 고현교지역(이하 고현교지역)에서 0.0070 ppm이 검출되었고 기타지역에서는 전연 검출되지 않았다.

p, p-DDD : 대상 전 지역에서 검출되지 않았다.

Table 5. Residual chlorinated hydrocarbon pesticides detected out in *Semisulcospira* snails from the endemic and non-endemic areas of paragonimiasis in Korea*

Localities collected	Chlorinated hydrocarbon pesticides						
	Aldrin	β -BHC	p,p-DDD	p,p-DDT	Dieldrin + DDE	Lindane + Heptachlor	Heptachlor epoxide
Haenam, Chonlanam-do							
Chisan-kyo	0.0022	ND	ND	ND	0.0065	0.0015	ND
Kusan-kyo	0.0077	ND	ND	ND	0.0029	0.0062	ND
Donghae-chun	0.0493	0.0610	ND	0.1230	0.0700	0.0630	0.0960
Kohyun-kyo	0.0056	0.0070	ND	ND	0.00001	0.0028	0.0042
Kongju, Gapsa Choongnam-do	0.0002	ND	ND	ND	0.0003	0.0002	0.0002
Daewha, Kangwon-do	ND	ND	ND	ND	0.0111**	0.0056**	0.0032
Chungpyong, Kyongki-do	0.0037	ND	ND	ND	0.0112	0.0120	0.0028
Bogil Islet, Chonlanam-do	0.0075	ND	ND	ND	0.00001	0.0038	ND
Kangwha, Kyongki-do	0.0320	0.0160	ND	ND	ND	1.8000**	ND

* Unit : μ g/g/wet weight (ppm)

** Suspected

ND : Not detected

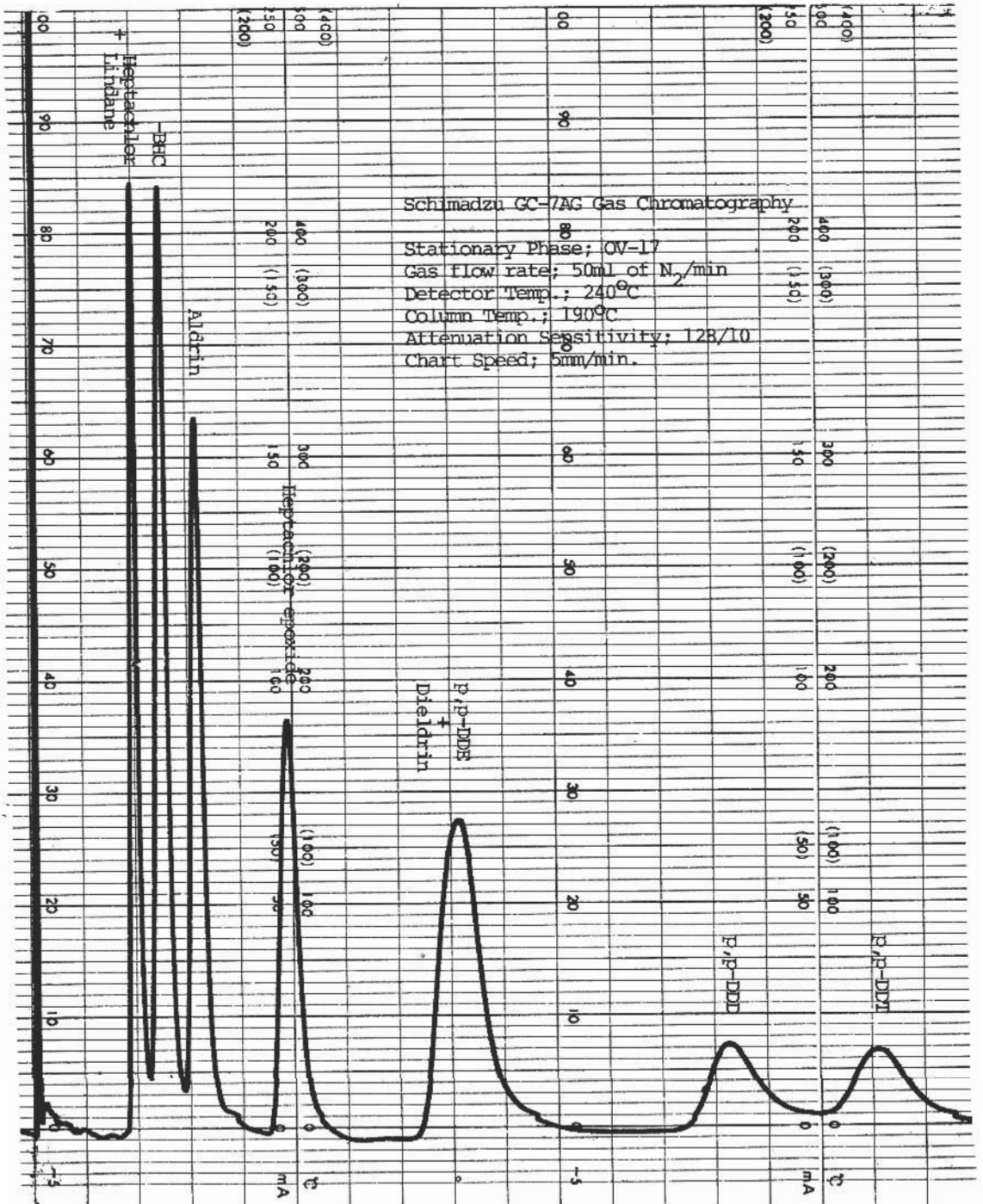


Fig. 4. Standard gas chromatogram of chlorinated hydrocarbon pesticides (0.5ppm in amount). Gas chromatography was carried out under the following conditions ; gas flow rate, 50ml of N₂/min ; detector temperature, 240°C ; column temperature, 190°C ; attenuation sensitivity, 128/10 ; chart speed, 5mm/min ; stationary phase, silicone OV-17 (1.5%).

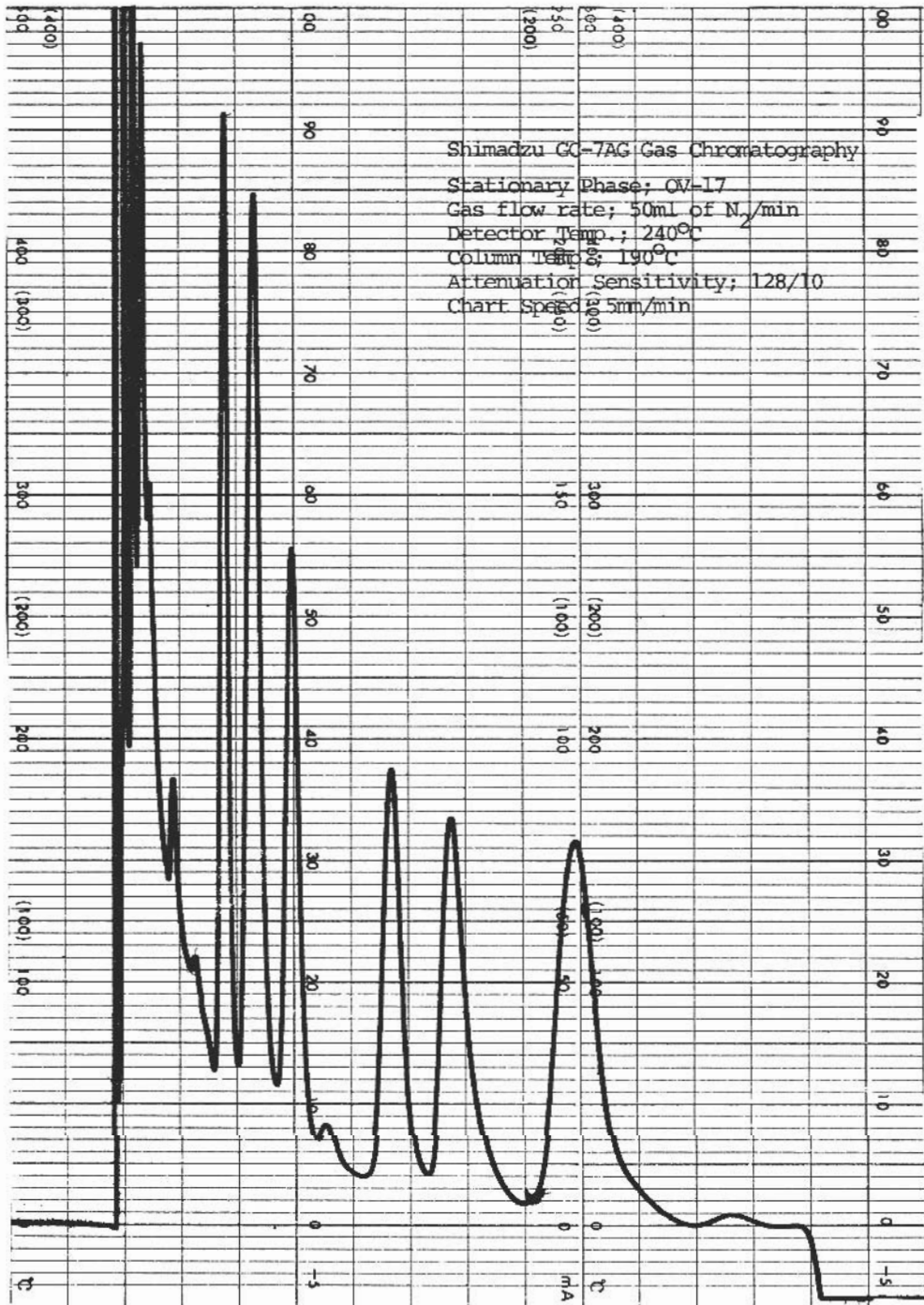


Fig. 5. Gas chromatograms of chlorinated hydrocarbon pesticides from the eluates of *Semisulcospira* snails collected at Donghae-Chun, haenam, Chonlanam-do, Korea.

p, p-DDT : 동해천지역에서 0.1230 ppm이 검출되었을 뿐 기타지역에서는 검출되지 않았다.

Dieldrin+DDE : 강화지역에서만 검출되지 않았으나 기타지역에서는 0.00001~0.0700 ppm 범위로 검출되었으며 최고치인 0.0700 ppm은 동해천지역 다슬기에서 검출되었다.

Lindane+Heptachlor : 대상 전 지역에서 검출되었으며 그 범위는 0.0002~1.8000 ppm이었다. 최하치를 보인 곳은 충청남도 공주군 감사계곡(이하 공주 감사지역)이었고 무려 1.8 ppm으로 최고치를 나타낸 지역은 강화지역이었다.

Heptachlor epoxide : 검출되지 않은 지역은 전라남도 해남군 지산교지역(이하 지산교지역)과 구산교지역(이하 구산교지역), 전라남도 완도군 보길도지역(이하 보길도지역)과 강화지역이었으며, 기타지역에서는 0.0002~0.0960 ppm 범위로 검출되었다. 최하치는 공주감사지역에서, 최고치는 동해천지역에서 채집된 다슬기에서 검출되었다.

전체적으로 p, p-DDD는 전 대상지역에서 검출되지 않았으나 기타의 유기염소계농약은 어느 대상지역에서든 검출되었고, 동해천 지역에서는 대상농약 전체가 검출되었으며 오직 세가지 농약만이 검출된 곳은 강화지역과 대화지역임을 알았다. 네가지 농약이 검출되었으나 모두 미량이었던 곳은 공주감사지역이었고, 검출 농약수는 적었으나 Aldrin(0.032 ppm)과 Lindane 및 Heptachlor(1.8 ppm)에서 월등히 높은 검출치를 보인 곳은 강화지역이었다.

고 찰

다슬기류(*Semisulcospira spp.*)는 폐흡충(*Paragonimus westermani*) 및 요꼬가와흡충(*Metagonimus yokogawai*)을 매개하는 담수권패로서 기생충학적으로 매우 중요한 의의를 갖고 있다. 그러므로 중간숙주 관리라는 입장에서 장기적인 패류관리 대책이 있어야 할 것이다. 패류관리가 기생충예방에 우선되어야 할 이유는 첫째로 패류숙주가 흡충류 생활환에 가장 유약한 부분으로 관련되어 있기 때문이고, 둘째는 주민의 동원없이도 그 관리가 가능하기 때문이다. 그러기 위하여는 우선 패류의 서식지 생태가 파악되어야 하며 감염물들이 기초적으로 조사되어야 할 것이다. 더욱이 농약의 사용량이 증가

됨에 따라 우리나라의 토양매개성 기생충이 급격히 감소하고 있는 추세(Kim, 1982)임에 비추어 패류의 생태, 유미유충 감염률조사등을 농약오염도와 연관지어 조사연구한다는 것은 의의있는 일이라 할 것이다.

安 및 李(1964)는 전라남도 고흥군 일원에서 채집한 1,128마리의 다슬기중 2마리에서, Kim(1969)은 제주도에서 채집한 2,480마리의 다슬기중 1마리에서, 그리고 李 및 崔(1965)는 경상북도 달성군에서 채집한 9,145마리의 다슬기중 6마리에서 각각 폐흡충 유미유충을 검출하였으나 金(1982)은 李 및 崔(1965)가 조사 보고한 동일지역인 경상북도 달성군에서 1975년 이후에는 폐흡충 유미유충이 검출되지 않고 있다고 하였다. 또한 조 등(1983)은 경상남도 남강유역에서 채집된 476개체의 다슬기에서 전체 흡충류 유충감염률은 4.8%였고 이중 요꼬가와흡충 유미유충 감염율은 1.5%인데 반하여 폐흡충만연지역으로 알려진 보길도에서 제 2 중간숙주인 가재에서 피낭유충 검출률이 65.4%임에도(김등, 1985) 제 1 중간숙주인 다슬기에서 유미유충 검출률이 0%인 점은 역학적으로나 생태학적으로 재검토가 필요하리라 사료된다.

Chung(1983)은 그 이유에 관하여 첫째는 다슬기류에는 유전적 변이가 심하기 때문에 폐흡충 감염에 민감한 유전적 개체군이 따로 있을 것으로 예상되며, 둘째는 환경적 요인들에 대하여 다슬기내에 유충이 쉽게 사멸될 수 있는 가능성이 있고, 셋째는 폐흡충 유행지역에서 비록 제 1 중간숙주에서의 감염률은 낮으나 제 2 중간숙주인 가재의 행동범위가 광범위하여 유미유충에 접할 기회가 많다는 점을 들고 있다. 본 연구에서도 폐흡충유충에 감염된 다슬기를 찾을 수 없었다는 것은 Chung(1983)의 논의점과 일치되는 바가 있다.

간흡충(*Clonorchis sinensis*)의 제 1 중간숙주인 왜우렁(*Parafossorulus manchouricus*)의 서식지는 수심이 낮고 수류가 완만한 수로나 소택지이며 calcium이온이 많은 곳에 널리 분포하고 있으나(曹등, 1983) 다슬기는 수류가 빠르고 수심이 얇은 계류에 널리 분포하고 있음을 알 수 있다(金, 1970). 金(1970)은 다슬기 서식에 적합한 하천으로서 그 환경조건은 pH치는 6.7~7.4, total alkalinity는 14~32 ppm, Ca이온치는 6.0~14.5 ppm, 염소이온치는 12.8 ppm이하, 총경도는 29.4~22.0 ppm이었다고 보고한 바 있다.

본 연구결과를 보면 다슬기 서식처의 pH 범위는

6.3~7.7, total alkalinity는 12.0~20.0 ppm, 염소이온치는 11.2 ppm이하, 총경도는 42.0~53.0 ppm범위였다. pH치와 염소이온치는 대차없으나 total alkalinity는 본 조사에서 다소 낮았고 총경도는 다소 높았다. 전체적으로 다슬기의 서식처에서 높으리라고 예상하였던 총경도와 total alkalinity치가 비교적 낮은 경향을 보여 다슬기 서식처의 환경요인은 물속에 함유된 calcium이온이기 보다는 본 조사에서 보이는 바와 같이 유기물 함량이 적고(B.O.D. : 0.4~2.0 ppm) 용존산소량이 포화에 가까운(9.5~11.0 ppm) 계류환경임을 쉽게 알 수 있다.

농약(pesticides)이라 함은 농림작물 또는 그의 수확물을 보호하는 화합물로서 토양의 소독에서 시작하여 거기에 살균된 종자를 심어 밭아 및 결실에 이르는 긴 과정을 통하여 병충해 및 들쥐의 피해로부터 손실을 막는 사명을 띄고 있다(吳, 1974). 시대가 발달되어 감에 따라 매년 농약사용량이 증가되고 있는 추세에 있고 작물의 기존농약에 대한 내성 및 잔유독성문제가 야기되고 있어 병충해 제거의 사명을 완수한 후 부작용이 전무한 이상적 농약개발에 박차를 가하고 있다. 그러나 현재까지 사용하였거나 사용중에 있는 농약은 현재까지 심각한 피해를 주고 있다.

유기염소계 농약중 DDT는 토양내에서의 분해 반감기는 3~10년이나 되며 Aldrin은 2개월이나 걸린다고 한다(權, 1974). 鎌田(1973)는 일본 黄道 내 주민의 지방조직, 간장, 신장등에서 잔유 유기염소계 농약을 검출한 결과 간장에서 1.2~4.9 ppm의 β -BHC, 0.11~0.38 ppm의 γ -BHC, 0.9~4.4 ppm의 총 BHC, 0.42~1.1 ppm의 p, p'-DDE, 0.23~1.1 ppm의 p, p'-DDT, 0.09~0.35 ppm의 Dieldrin을 검출하였고, 신장에서는 0.6~1.1 ppm의 총 BHC와 0.24~0.84 ppm의 총 DDT, 0.06~0.15 ppm의 Dieldrin을 검출하였다. 또한 Cope(1966)는 DDT를 20 μ g/l 함유한 물을 14시간 방치한 바 물은 0.42 μ g/l의 DDT를 함유하고 자갈은 0.006 ppm, 식물은 15.6 ppm, 우렁(snail)은 0.16 ppm, 어류는 1.0 ppm의 DDT가 함유되어 있었다고 한다. 이상의 결과들은 유기염소계 농약은 상당기간 자연환경에서 잔유하며 먹이사슬(food chain)에 의하여 인체로 유입되어 각장기 특히 지방조직에 잔유되어 짐을 알 수 있다.

현재까지 한정된 연구결과로서는 확정지을 수 없으나 DDT등의 유기염소계 농약의 장기 폭로는 발암성과 변

이성을 나타냄을 볼 수 있고 비교적 많은 양의 DDT를 투여한 동물실험(mice)에서는 간암(hepatoma)의 발생률이 높았다고 한다(權, 1974).

본 연구에서 대상으로 삼았던 다슬기는 의학적인 측면 외에 우리나라에서 식용으로 널리 애용되고 있다는 점이 중요하다. 다슬기에 잔유농약 오염도가 높다고 하면 식용으로 했을 경우 먹이사슬을 통하여 우리 인체에 쉽게 잔유농약이 투입될 것이 분명하다. 더욱이 DDT와 같은 수개의 유기염소계 농약은 1978년도에 우리나라에서는 생산 및 수입금지 조치를 하였음에도 아직까지 상당량 다슬기에서 검출된다는 것은 환경 생태학적으로 중요한 의의를 갖는다 하겠다. 미량이기는 하나 추측된 9가지 유기염소계 농약중 8가지 농약이 모두 다슬기에서 추출되었고 Lindane이나 Heptachlor인 경우 강화지역 다슬기에서 1.8 ppm이나 검출되었다는 것은 놀라운 일이며 공중보건학적 측면에서 재검토가 필요할 것이다.

다슬기 체내에서 비교적 많은 양의 농약이 추출된 함안 동해천 지역과 경기도 강화지역에서의 흡충류 유미유충 유출률이 0~0.5%인 점이 흥미롭다. 농약오염으로 인하여 감염유충이 사멸될 수 있는지의 여부는 추후 따로 이 검토되어야 할 문제라 사료된다.

결 론

1984년 5월부터 1986년 10월에 걸쳐 한국내 폐흡충(*Paragonimus westermani*) 만연지역과 비만연지역에서 다슬기류(*Semisulcospira* spp.)를 채집하고 다슬기에 자연감염된 흡충류 유미유충(trematode cercaria)의 자연감염률과 다슬기 체내에 축적된 유기염소계 농약오염도 및 다슬기 서식처의 수질을 조사분석하여 근래의 환경오염 상황을 파악하고 다슬기의 기생충학적 입장을 검토하여 본 바 다음과 같이 결론을 얻었다.

1) 폐흡충 만연지역에서 채집된 총 780마리의 다슬기에서 흡충류 유미유충에 감염된 다슬기는 52마리(6.7%)였다. 검출된 흡충류 유미유충은 *Cercaria of Metagonimus yokogawai*, *Cercaria incerta*, *Cercaria nipponensis*, *Furcocercus cercaria* 및 *Cercaria yoshidae* 등 5종이었으나 폐흡충 유미유충은 전연 검출되지 않았다.

2) 다슬기 서식지의 수질은 대체적으로 우리나라 상류하천의 표준 범위내에 들었으며 pH치는 6.3~7.7, 부

유고형물은 1.1~8.0 ppm범위였고 특히 생화학적 산소 소모량이 낮은 (0.4~2.0 ppm) 반면 용존산소량이 포화에 가까운(9.5~11.0 ppm) 지역들이었다.

3) 염소이온, 암모니아성 질소, 질산성 질소 및 인산성 인의 농도도 자연하천수의 수질환경기준에 밀도는 범위였으며 총경도(42.0~53.0 ppm)와 총 알칼리도(12.0~20.0 ppm)도 기대치 이하였다.

4) 조사 대상지역 다슬기 채내에서 검출된 유기염소계 농약은 Aldrin, β -BHC, p, p-DDT, Dieldrin, DDE, Lindane, Heptachlor 및 Heptachlor epoxide 등 8종이었으며 p, p-DDD는 전 대상지역에서 검출되지 않았다. 전체적으로 가장 미량의 농약이 검출된 지역은 충청남도 공주 감사지역이었으며 p, p-DDD를 제외한 모든 유기염소계 농약이 검출된 곳은 전라남도 해남군 동해천지역이었고 검출 농약수는 적었으나 Lindane, Heptachlor 및 Aldrin이 타지역에 비하여 월등히 높았던 지역은 경기도 강화지역이었다.

5) 서식 다슬기의 잔유농약 오염도가 가장 높았던 중해천지역과 강화지역의 흡충류 유미유충 검출률은 0~0.5%로서 타지역과 유의한 차이를 보였다.

이상의 결과로 보아 다슬기의 폐흡충 유미유충의 자연 감염률은 극히 낮은 것으로 예상되었고 서식지는 용존산소량이 포화에 가까운 계류환경이었으며 잔유농약 함유도가 높은 다슬기에서 흡충류 유미유충 감염률이 월등히 저하됨을 알 수 있었다. 그러나 식용으로 하고 있는 다슬기류에서 잔유농약이 검출된다는 사실로 미루어 앞으로 식품의 농약오염대책에 만전을 기해야 할 필요가 있을 것으로 사료되었다.

참 고 문 헌

- 안영겸, 이연호 (1964) 전남 고흥군 포두면의 폐흡충 중간숙주 조사보고. 종합의학, 1:133-139
- AOAC(1980): Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 13th ed.:533-542
- Cho, H.C., Chung, P.R., Lee, K.T, (1982) Distribution of medically important freshwater snails and larval trematodes from *Parafossorulus manchouricus* and *Semisulcospira libertina* around the Jinyang Lake in Kyongsang-Nam-Do, Korea. *Korean J. Parasitol.*, 21(2):193-204
- Chung, P.R. (1983) A comparative study of three species of Bithyniidae (Mollusca: Prosobranchia): *Parafossorulus manchouricus*, *Bithynia tentaculata* and *B. (Gabbia) misella*. Ph. D. Thesis, University of Michigan pp. 1-243 Ann Arbor U.S.A.
- Cope, O.B. (1966) Contamination of the freshwater ecosystem by pesticides. *J. Appl. Ecol.*, 3(Sppl.):33
- Federal water pollution control Act, U.S.A. (1977) 인공권속표, 정용 1982) 환경과학, 형설출판사
- Hamajima, E., Ishii, Y. (1963) Studies on the host-parasite relationship of *Paragonimus westermani* (Kerbert, 1978). *Kyushu J. Med. Sci.*, 14:189-194
- Japanese manual for the examinations of public health science, (1980) *Jap. Pharmaceut. Assoc.*
- 鎌田俊彦 (1973) 残留農薬の衛生學的研究(第3報) 人體組織及各種材料中の残留有機鹽素農薬の定量. 日衛誌, 27:437
- Kim, C.W. (1970) Study on the analysis of snails (*Semisulcospira libertina*), the first intermediate host of *Paragonimus westermani* in the Haenam area. *Korean J. parasitol.*, 8(3):81-89
- Kim, J.J., Chang, J.K., Chung, P.R., Soh, C.T. (1985) A study on the intermediate host of *Paragonimus westermani* in Bogil Islet, Chonra-Nam-Do, Korea. *Korean J. Malacol.*, 1(1):19-23
- Kim, J.M. (1965) Studies on the molluscicidal and cercarial effects of various pesticides in liver fluke. *Korean J. Parasitol.*, 3(3):14-34
- Kim, J.S. (1969) A study on the infection status on intermediate hosts by *Paragonimus* on Cheju Island. *Korean J. Parasitol.*, 7:171-177
- Kim, S.C. (1982) Epidemiological studies on parazoan infection in Gyeonggi-Do and Jeonrabug-Do. *Yonsei Med. J.* 15:183-184
- Kwon, S.P., Yoon, C.C., Kim, C.H. Chung, Y. (1972) The environmental pollution by use of pesticides and its control (Part I)-Survey on pesticides consumption, and distribution of heavy metals and pesticides in food, soil and water-. *Korean Central J. Med.*, 22(5):573-592
- Kwon, S.P. (1974) Pesticides and environmental pollution. *J. Korean Med. Ass.*, 17(11):45-51
- 이종택, 최동익 (1965) 경북산 *Semisulcospira libertina*에 기생하는 흡충류 유충에 관한 연구. 기생충학잡지, 3: 15
- 宮永宗男 (1938) 朝鮮産河見子類に對して(日本抄録). 朝醫誌, 28(13):1752

Miyazaki, I. (1961) Paragonimiasis, with special reference to its taxonomy, life-cycle, and distribution. *Thoracic Diseases*, 5:953-962

Oh, D.Y. (1974) Pesticides and chemical properties. *J.*

Korean Med. Ass., 17(11):9-14

A.P.H.A., A.W.W.A. and W.P.C.F. (1976) Standard methods for the examination of water and waste water 14th ed. pp 1-1193, Washington