

メタアルデヒド、諸種砒酸、亜砒酸化合物など の日本住血吸虫中間宿主ミヤイリガイに対す る殺貝効力の比較研究

佐々学三浦昭子

東京大学伝染病研究所寄生虫研究部

小川正和

東亜農業株式会社研究所

(昭和34年3月16日受領)

日本住血吸虫症の予防にはその流行地に棲息する中間宿主ミヤイリガイ *Oncomelania* spp. の駆除が肝要であり、このため我国でも古くは生石灰撒布、近年には石灰窒素、さらにPCPナトリウム (Sodium pentachlorophenate) などが広汎に使用されて来た。また最近に蘇 (1954)、小宮ら (1958)、は砒酸石灰が顕著なミヤイリガイ殺貝作用のあることを報じている。諸種薬剤の実験室内における効力試験についても McMullen (1952) が約5,800種の化合物についてのスクリーニングテストを行い、PCPほか十数種の有効な化合物を見出している。殺貝効力試験法についても小宮ら (1958)、保阪 (1959) などの新しい改良法が報告された。

他面において、筆者のうち、佐々は小川らの協力をえて1943年より諸種の無機砒素化合物の蚊幼虫に対する殺虫効力の比較試験を行い、これらのうちとくに亜砒酸石灰が殺虫作用すぐれて、しかも安価に大量生産しうることを認め、これをさらに加工して浮游性亜砒酸石灰及び沈降性亜砒酸石灰を製造することに成功し、前者は *Anopheles* 類の殺虫剤として、後者はとくにヤブカ類の殺虫剤として1944年より東亜農業横浜工場で大量生産されて実用に供された。この研究の一部は佐々 (1947) に

MANABU SASA*, AKIKO MIURA*, & MASAKAZU OGAWA**: Comparative studies on the toxicity of metaaldehyde, various arsenates and arsenites on *Oncomelania nosophora*, the intermediate host of *Schistosoma japoicum* (*Department of Parasitology, Institute for Infectious Diseases, University of Tokyo, ** Lab. of Toä-Noyaku Co. Lt.)

より報告された。その後本剤は殺単剤としても利用されている。この研究に使用した亜砒酸石灰剤は当時佐々より石井信太郎にミヤイリガイ殺貝実験の材料として供与されたが、その結果については明らかにされていない。

筆者らは、中国大陸及び我国において砒酸石灰の殺貝作用が注目され始めた機会に、さきの蚊幼虫殺虫試験と同じような見地から諸種砒素化合物のミヤイリガイに対する効力の再検討を行い、併せてこの目的に有望な有機化合物についても実験を行ったので、その成績をここに報告する。

諸種砒素化合物のネツタイシマカ幼虫 に対する殺虫効力の比較

この実験は当時佐々が保存していたフィリッピン系ネツタイシマカ *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1758) の幼虫を用い、1943年に行ったものであるが、今回の実験成績と関連が深いのでここに引用する。殺虫試験法についてはあらかじめ基礎実験を加えた結果、本剤のような非水溶性の食毒については、その純品 (原体) を供試して水量ないし面積あたりの撒布量に対する死亡率をみる方法では実地に応じた効力の比較が行い難く、むしろ原体を他の不活性な粉末で種々な濃度に稀釈したものを一定量づつ混和する方法が鋭敏に効力差を示すことを見出し、しかもその成績が実地の効果とよく平行することを確認したのでその方法で実験をしたものである。

実験方法：実験室内で飼育したネツタイシマカの終令幼虫 (蛹化の1~2日前のもの) 50匹づつを表面積約50 cm²、容積 500cc のピーカーに清水 300cc 入れたものに

本研究は伝研寄生虫研究部「人畜病害軟体動物の研究」第1報、その経費の一部は東亜農業株式会社が分担した。

第 1 表 砒素化合物のネッタイシマカ幼虫に対する殺虫作用 (佐々, 1947 より)

五価化合物					三価化合物				
原剤	2.5 %	0.5 %	0.1 %	原剤	2.5 %	0.5 %	0.1 %		
砒酸 Ca	50	46	12	0	亜砒酸 Ca	50	50	50	26
" Mg	50	43	12	0	" Mg	50	50	47	19
" Zn	50	44	8	0	" Zn	50	50	50	18
" Pb	50	43	3	0	" Pb	50	50	45	20
" Cu	50	46	8	0	" Cu	50	50	50	43
" Ba	50	47	6	0	" Ba	50	50	48	15
" Al	47	28	0	0	" Al	50	42	31	0
" Fe	32	0	0	0	" Fe	50	39	10	0
					亜砒酸 As ₂ O ₃	50	28	0	0
					パリスグリーン 硫化砒素 As ₂ S ₃	50	50	50	41
						50	50	50	24

各 50 匹使用, 58 時間後の死亡数. 各薬剤をカオリンで表記の濃度に稀釈し, その 40 mg を表面積 50 平方 cm, 水量 500 cc のビーカーに入れた後, 幼虫 50 匹づつ放した.

放し, 各薬物を As₂O₃ 又は As₂O₅ 含量を基準にして珪藻土で 40 倍, 200 倍, 1,000 倍に稀釈したものを 40mg づつ撒布混和して 48 時間目の死亡率をしらべた.

実験結果: (1) 第 1 表に示すように, 各金属の砒酸塩, 亜砒酸塩類の効力比較では, 一般に後者の方が前者より殺虫効果が大きく, また金属別には銅, 石灰, 亜鉛などの塩類が砒酸, 亜砒酸とも強毒で, 鉄, Al, などは弱毒であった. As₂O₃ は案外に弱毒で As₂S₃ は強毒であった.

(2) 亜砒酸石灰は, As₂O₃ と Ca(OH)₂ を水中で煮沸して作られるが, 煮沸以前のは As₂O₃ の形であるために弱毒で, 煮沸時間が 20 分に達すれば最大の効果

を示す化合物を作りうることを認めた (データ略).

また As₂O₃ と Ca(OH)₂ の混合割合 a:b を変えた 10 種の化合物 (a:b を 0:10, 1:9 から 10:0 までとしたもの) の効力比較では, 凡そ 6:4 のところに最大の毒性が認められた.

(3) 亜砒酸石灰の製造過程において, As₂O₃ と Ca(OH)₂ を水中で加熱するさいに, 1% の割に石鹼を加えると水面浮游性の粉剤がえられ, Anopheles 幼虫駆除に適することを見出した. 石鹼を加えない製品は沈降性でヤブカ幼虫駆除に適する.

以上の研究はすでに 1943 年に完了したが, 当時軍事上

第 2 表 供試した砒酸・亜砒酸塩類の分析成績

構造式	全 As ₂ O ₅ 含量		推定結晶水	構造式	全 As ₂ O ₃ 含量		推定結晶水
	理論値 %	実測値 %			理論値 %	実測値 %	
CaHAsO ₄	63.84	55.75	1	CaHAsO ₃	60.30	45.21	3
CaH ₄ (AsO ₄) ₂	71.39	50.62	7	Ca ₃ (AsO ₃) ₂	68.24	75.63	—
Ca ₃ (AsO ₄) ₂	57.74	43.81	7	Mg ₃ (AsO ₃) ₂	54.03	51.32	1
Mg ₃ (AsO ₄) ₂	64.23	33.90	18	Zn(AsO ₃) ₂	62.05	49.38	4
Zn ₃ (AsO ₄) ₂	48.49	40.55	5	Mn ₃ (AsO ₃) ₂	44.75	42.90	1
Mn ₃ (AsO ₄) ₂	51.92	35.17	11	Mn ₃ (AsO ₃) ₂	48.17	33.25	10
Cu ₃ (AsO ₄) ₂	49.05	39.97	5	Cu ₃ (AsO ₃) ₂	45.33	31.76	10
Ba ₃ (AsO ₄) ₂	33.31	30.63	3	Ba ₃ (AsO ₃) ₂	30.07	39.04	—
Na ₃ AsO ₄	55.27	32.25	8	Na ₃ AsO ₃	51.54	32.14	6
AlAsO ₄	69.26	45.27	4	AlAsO ₃	65.98	46.89	3
FeAsO ₄	59.00	40.73	4	FeAsO ₃	55.31	35.56	5

の要求により公表されず、1944年に両製品が東亜農業横浜工場で製産されてとくに南方地域で実用され、一部は戦後国内でも蚊幼虫駆除に使用された。本剤はハエ幼虫やネズミにも猛毒であつて、この性質を利用した製品も市販された。いづれにせよ、亜砒酸を石灰と一定条件で化合させることにより、その毒性が数倍増強し、甚だ安価な毒剤が製造しうることは理論的にも興味深い。

ミヤイリガイに対する効力試験

供試材料：貝はすべて山梨県の流行地で1958年9月に採集され、山梨県武藤予防課長及び佐々木孝氏らの御尽力により供与されたものである。薬剤は市販試薬より出発し、東亜農業研究所において合成ないし加工した。その組成は第2表に示す通りである。

実験方法：さきのヤブカ幼虫に対する効力試験法と同様な考え方にもとづいて、これら食毒の効力差が鋭敏に示されまたその結果が実地に適応するよう、次のような方法を試みた。

薬剤はいづれも沈降性であるために、これを3%馬鈴薯澱粉溶液に所要量を秤量したものを加えて乳鉢でよく磨砕し、その2ccをピペットで吸つた後、直径11cmの円形濾紙上に直径約8cm(面積約50cm²)の円形の範囲になるべく平等に貼布し、その中央にあらかじめ水中で活潑に運動していることをたしかめたミヤイリガイの成貝(雌雄は鑑別せず)を30匹(時により10ないし20匹)ずつ放した。これを25°Cの恒温器内に48時間おいた後、結果の判定を行つた。

判定のさいには、まず貝が原位置よりどの程度移動しているかを記録した。薬剤によつてはほとんど原位置のまま全滅するものも、外に這い出した上で死んでいるものもあつた。生死の判定は小宮・保阪(1948)の方法に準じ、まず貝をとり出して30°Cの水を入れたシャーレに放つて、運動を認めたものは生きてると判定した。運動のみられなかつたものは

2枚のスライドにはさんでつぶし、グリノー顕微鏡下で収縮運動を示したものは生、そうでないものを死と記録した。

1回の実験は各種の薬剤ごとにいわゆる3倍とびの階段稀釈法、($\sqrt{10}$ のn乗の階段稀釈)で通常5種ずつの薬剤を供試し、その度に同数の貝を用いた対照(無毒

第3表 ミヤイリガイ殺貝試験成績

%	0.01	0.03	0.1	0.3	1.0	3.0	10.0
g/m ²	0.04	0.12	0.4	1.2	4	12	40
CaHAsO ₄			25/40	7/10	32/40	18/20	10/10
CaH ₂ (AsO ₄) ₂			15/40	4/10	30/40	8/10	10/10
Ca ₃ (AsO ₄) ₂			8/40	5/10	21/40	8/10	8/10
Mg ₃ (AsO ₄) ₂			0/10	2/10	7/10	7/10	7/10
Zn ₃ (AsO ₄) ₂			0/10	0/10	0/10	0/10	5/10
Mn ₃ (AsO ₄) ₂			0/10	0/10	2/10	2/10	3/10
Cu ₃ (AsO ₄) ₂			3/30	4/30	6/30	6/10	9/10
Ba ₃ (AsO ₄) ₂			1/30	8/30	14/30		
AlAsO ₄			0/10	0/10	0/10	0/10	3/10
FeAsO ₄			0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
Na ₃ AsO ₄			11/40	17/40	31/40	10/10	10/10
メタアルデヒド原体			23/30	27/30	30/30		
" 15%粉剤	2/30	6/30	27/30	29/30	30/30		
" 50%水和剤		9/20	14/20	20/20			
PCP-Na	0/20	1/20	5/20	7/20	18/20		
石灰窒素			2/20	6/20	12/20		
CaHAsO ₃	3/30	8/30	49/60	28/30	30/30	10/10	10/10
CaH ₂ (AsO ₃) ₂			26/30	28/30	30/30	10/10	10/10
Ca ₃ (AsO ₃) ₂			18/30	28/30	30/30	10/10	10/10
Mg ₃ (AsO ₃) ₂			21/60	32/60	38/60	7/10	6/10
Zn ₃ (AsO ₃) ₂			0/30	3/30	9/30	6/10	
Mn ₃ (AsO ₃) ₂			0/30	2/30	12/30		10/10
Cu ₃ (AsO ₃) ₂			5/30	19/30	26/30	10/10	10/10
Ba ₃ (AsO ₃) ₂			6/30	11/30	19/30	9/10	10/10
AlAsO ₃			0/30	0/30	9/30	10/10	10/10
FeAsO ₃			4/30	6/30	8/30	9/10	10/10
Na ₃ AsO ₃			15/30	25/30	30/30	10/10	10/10
NaAsO ₂			30/30	30/30	30/30	10/10	10/10
NaHAsO ₄ 7 H ₂ O			4/30	12/30	21/30	10/10	10/10
H ₄ As ₂ O ₇			27/30	29/30	30/30	10/10	10/10
As ₂ O ₃			3/30	8/30	25/30	10/10	10/10
デイルドリン							
50%粉剤			0/30	2/30	2/30		
アルドリン							
40%粉剤			0/30	4/30	9/30		

の澱粉溶液をあたえたもの)をもうけたが、全実験を通じて対照群に死貝は1匹も認められなかつた。同じ薬剤について2回の実験を行つた群もあるが、これらを合計した成績を表示すると、第3表ようになる。

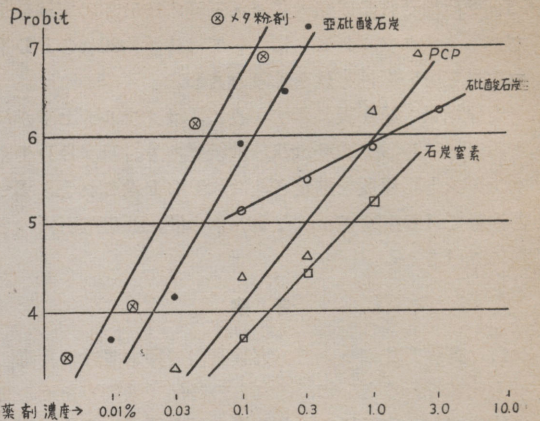
実験結果：供試薬剤の種類に比べて、供試貝数が充分でなかつたために、効力の接近した化合物の間に有意差を指摘しえない部面もあつたが、スクリーニングテストとしては充分な成績がえられ、次のような一般傾向は認めえたものとする。

1. 一般に砒酸塩類(5価砒素化合物)は同じ金属の亜砒酸塩類(3価砒素化合物)より毒性が低い。
2. 金属の種類によつて砒酸ないし亜砒酸塩類の間に毒性の差があつて、両者とも水溶性のNa塩が最も強く水に難溶性ないし非溶性の塩類のうちでは蚊幼虫の場合と似て石灰塩、銅塩が比較的強毒であり、3価のFe, Al塩類は弱毒の傾向がみられた。
3. 供試した砒酸、亜砒酸の石灰塩のうち酸性塩の方が塩基性塩より効力が強いように考えられる(砒酸石灰については小宮らの所見に一致した)。
4. 砒素化合物以外の供試薬剤のうち、メタアルデヒドが強い殺貝作用を示し、石灰窒素、PCP-Na、砒酸石灰、亜砒酸石灰の効力順位のさらに上位を示した。これは第1図にも示す通りである。メタアルデヒドは原体より15%粉剤ないし50%水和剤の方がずつと効力が強かつたが、これは澱粉液中の分散度が後者の方が著明に良好であつたためと推定される。

マウスに対する毒性

人畜に対する毒性の推定と、その反面殺単剤としての効力をしらべる目的で、ここに供試した主要薬剤のマウスに対する経口毒性を比較した。

実験方法：体重約15gのDD系マウスを半日空腹にした上で、供試薬剤を乳鉢を用い所定濃度に3%馬鈴薯澱粉溶液に浮遊させたもの(PCP-Naは水溶液として)0.5ccをツベルクリン注射筒に先を丸くした注射針をつけたものを用い、マウスの胃内に強制投与し、48時間までの死亡数をしらべ



第1図 各種薬剤の濃度とミヤイリガイ死亡率プロビットの関係

第4表 メタアルデヒド等のマウスに対する毒性試験

A. 投薬量とマウス死亡状況(48時間後, 体重15g)

投与量 mg	30	10	3	1	0.3	0.1	概算 LD ₅₀ mg/kg
薬量 mg/kg 体重	2,000	670	200	67	20	6.7	18
亜砒酸石灰		4/4	9/9	13/13	6/9	0/4	
PCP-Na		5/5	5/5	4/5	1/5		
メタアルデヒド		5/5	5/5	0/5	0/5		

4/5 とは 5 頭中 4 頭死亡を示す。

B. 投薬量とマウスの致死時間の関係

	2分	3分	5分	10分	30分	60分	2時間	18時間	48時間	計
PCP	10 mg	2	2	1						5
	3 mg			1	3	1				5
	1 mg						2	2		4
	0.3 mg								1	1
メタアルデヒド	30 mg					3	2			5
	10 mg					1	3	1		5
	3 mg					1	3	1		5
	1 mg									0
	0.3 mg									0

供試数 5 頭中各時間以内に死亡した数を示す。

C. メタアルデヒドのマウス致死量の測定

投与薬量	1 mg	2 mg	4 mg	8 mg
mg/kg 換算値	50	100	200	400
死亡数/供試数	0/5	0/5	2/5	5/5

体重 20g の DD 系マウスを用い、各量の薬剤を 2% 澱粉溶液 0.5cc に含有させたものを胃ゾンデで投与した。生死は 48 時間後判定した。

た。亜硫酸石灰の成績は佐々・三浦の1951年の実験結果である。メタアルデヒドについては体重約20gのDD系マウスを用い毒性実験をくりかえした。

実験結果：第4表に示すように、メタアルデヒドが最も弱毒で LD_{50} は 200mg/kg 前後であり、ほゞDDTやリンデンと同程度と推定された。PCPはこれよりずっと強毒で LD_{50} は 67mg と 20mg の間、亜硫酸石灰はさらに強毒である。

考 察

1. 実験方法について。実験室内で非水溶性の食毒の効力比較を行うさいに、それらの純品(原剤)をそのまま使つて、一定面積あたりの撒布量を種々に変えて死亡率を比較する方法は少くも蚊幼虫の場合には不適當で、ここに示した非活性粉末による稀釈法の方が実地に即した結果がえられる。前法によれば、たとえば亜硫酸石灰と硫酸石灰の効力差さえほとんど現れないが、後法では数倍の差がみられ、自然環境における野外試験の成績と平行する。食毒の効力は、対象の動物がどれだけの量の薬剤を食べるかによつて示されるが、蚊幼虫に対しては撒布量をかえても摂食量はほとんど違わないので、むしろ摂食物中の薬剤の濃度の方が問題となる。

ミヤイリガイについても同じ見地から、薬剤を清水でなく、澱粉溶液に濃度をかえて浮遊させたもので比較した。これは、その摂食物中における濃度をかえて、効果をはつきり比較する目的と共に、薬剤の沈降速度を遅くしようと考えたためである。砒素剤の多くは比重が高く非水溶性であるために、清水に浮遊させて扱うと濃度が不安定である。

我々の実験成績を単位面積あたりの撒布量に換算して、！酸石灰について小宮・保阪(1958)の実験成績と比較すると、我々の結果の方が貝の死亡率が低く、薬剤の効果が弱く現れたのは、稀釈液に貝の食物となる澱粉を加えたためであろう。

2. 各種砒素剤の得失について。ミヤイリガイに対する実験室内の毒性試験成績では、蚊幼虫の場合と似て、一般に亜硫酸塩の方が硫酸塩より強毒であり、金属としては Na, Ca, Cu などの塩が有効であった。この試験成績が直ちに野外における色々な自然条件での効力の優劣を示すかどうかは、次期の野外実験の結果をみなければ断定しえない。

この成績からあえて実用性を推察すると、まず金属の種類については、他のものに比して石灰がはるかに安価

であり、効果も高いので、他種の金属塩を採用すべき根拠はない。また Na 塩は水溶性であるから、実地使用には便利な面もあるが、人畜や植物に対する危険も大きいと思われる。

硫酸塩と亜硫酸塩では、後者の方が強毒で、しかも製造工程がずっと簡略であるため価格も安い。中でも亜硫酸石灰は、単に亜硫酸と石灰を原料とし、これを水中で加熱するだけで製造しうるので、最も安価に大量製産しうることはいままでもない。従つてミヤイリガイに対する殺虫効果だけを考えれば、硫酸石灰より亜硫酸石灰の方が効力、価格の両面とも有利である。

しかし、従来の実験成績にてらしても、これら無機砒素化合物は、殺虫作用の強いものほど人畜や植物に対する毒性も著しいので、実用性の判断にはこの点をも考慮する必要がある。なお、PCPなどと異つて、亜硫酸石灰が実用量では魚類には安全であることはすでに1943年にたしかめられている。

3. メタアルデヒドについて。本剤は特異な臭をもつ白色の粉末で、概ね4分子のアセトアルデヒドが環状に縮合したものと推定され、融点 246°C、昇華点 112°C、水に不溶である。古くから固形燃料として使用され我国でも登山者用の携帯燃料として市販されて来たが、ヨーロッパで偶然経験的にカタツムリやナメクジに誘引性と毒性があることが認められ、かなり以前から農業方面にはこれらの害虫の駆除剤として、多くは硫酸石灰と混用して用いられたものである。ミヤイリガイがこれらと同類であることから、我々のはじめて本剤を試験してみたところ、この実験方法に関する限りでは、PCPや硫酸石灰、石灰窒素より効力が大きく、マウスに対する毒性は亜硫酸石灰やPCPより低く、しかもナメクジの場合と同様に誘引性もあると推定される結果をえた。メタアルデヒドをミヤイリガイ駆除に供試したのは本研究が最初であろう。

ま と め

1) 我々は山梨県産のミヤイリガイを材料に用い、澱粉溶液に供試薬剤を種々な濃度で浮遊させたものを濾紙上に流してこれに対する致死作用を比較するという方法で、硫酸塩類、亜硫酸塩類、PCP、石灰窒素、メタアルデヒドなどの殺虫効果をしらべた。

2) その結果、砒素化合物では、さきにネットアイシマカ幼虫の殺虫効果にみられたと同様に、一般に硫酸塩類より亜硫酸塩類の方が殺虫効果が強く、両者とも Na,

Ca, Cu などの塩類が比較的強毒で, Fe, Al などの塩は弱毒とみなされた。

3) 供試したその他の化合物のうち, とくにメタアルデヒドが殺貝効果にすぐれ, 従来からミヤイリガイ駆除に用いられていた石灰窒素, PCP-Na, 砒酸石灰などより微量で有効であり, マウスに対する毒性もこれらより低く, ミヤイリガイ誘引性もあると推定された。

4) 以上の実験はすべてシャーレ内で行われたもので, 必ずしも野外の色々な自然条件での殺貝効果と平行しないかもしれない。しかし, 以上の結果からあえてミヤイリガイ駆除薬剤としての実用性の推定を行うと, 砒素剤のうちでは亜砒酸石灰が効力と価格の両面から最も有望であり, 人畜や植物に対する安全性を考慮に入れたときには, メタアルデヒドが新に有望な物質として指摘された。

なお, メタアルデヒドをミヤイリガイ駆除実験に供試したのは本研究がはじめてで, さらにその化学構造と殺貝効力の関係, 使用形態などについて検討を加えつつある。

本研究に御協力をえた山梨県武藤予防課長, 小笠原保健所佐々木孝所長らの方々, ならびに研究上御助言を与えられた予研小宮義孝博士, 尾上哲之助博士らに深謝する。

引用文献

- 1) 保阪幸男(1959) : ミヤイリガイ殺貝剤の実験室内効果判定の検討(1) 寄生虫学雑誌, 8(1), 102-107. —
- 2) 小宮義孝・保阪幸男(1958) : 砒酸石灰の殺貝効果について, 寄生虫学雑誌, 7(5), 540-544. —3) McMullen, D. B. *et al.* (1951) : The use of molluscicide in the control of *Oncomelania nosophora*, an intermediate host of *Schistosoma japonicum*. Amer. J. Trop. Med., 31, 593-604. —4) Nolan, M. O. *et al.* (1953) : Results of laboratory screening tests of chemical compounds for molluscicidal activity. I. Phenols and related compounds, Amer. J. Trop. Med. & Hyg., 2 : 716-752. —5) Oliver, L. (1955) :

Natural history and control of the snails that transmit the schistosomes of man., Amer. J. Trop. Med. & Hyg., 4(3), 415-441. —6) 佐々学(1947) : 砒素化合物殊に亜砒酸石灰の殺虫作用並びに殺鼠作用, 医学と生物学, 10(5) : 281-284. —7) 蘇徳隆(1954) : 化学滅螺在予防血吸虫病上の地位, 中華衛生雑誌, 2, 81-94.

Summary

1. Laboratory experiments to compare the toxicity of various organic and inorganic chemicals were made by using specimens of *Oncomelania nosophora* collected at Yamanashi Prefecture. Compounds tested included metaaldehydes, arsenates and arsenites of various metals together with the previously known anti-oncomelania chemicals like sodium pentachlorophenate, calcium cyanamide and calcium arsenate.

2. As was reported by Sasa (1947) on the toxicity of arsenites and arsenates on larvae of *Aedes aegypti*, that on *Oncomelania* also differed greatly by chemical formulae; the arsenite was usually several times more toxic than the arsenate of the same metal; in both arsenites and arsenates, the toxicity reflected the kind of metals compounded, Na-, Ca- and Cu-salt were relatively effective and trivalent metals like Fe and Al gave rise to less toxic salts.

3. Among the other chemicals tested here, metaaldehyde was most interesting in that it was one of the most effective substances on *Oncomelania*, and less toxic to mice than the previously known chemicals in this field, whose LD₅₀ being on about the same level as lindane. It also seemed to act as the attractant to the snail.

4. The above experiments were made exclusively in the laboratories and may not reflect the practical value in field trials. However, the results suggest that metaaldehyde would be a safer and more effective anti-oncomelania substance than the previously known ones. Among the arsenic compounds, calcium arsenite would also be of practical value as the least expensive measure in areas where the toxic effects to mammals and plants can be ignored.