

宮入貝の殺貝に関する研究

(2) 硫酸石灰の殺貝効果について

飯 島 利 彦 大 田 秀 浄 中 島 進 一

山梨県立医学研究所

(昭和 33 年 8 月 20 日受領)

緒 言

日本住血吸虫の中間宿主宮入貝 *Oncomelania nosophora* Robson の殺貝には古来幾多の方法が用いられて来たが、就中化学薬品によるそれは徹底施行が可能であること、一挙に広範囲の殺貝が実施出来る等の特徴を有するので最も重視され、数々の変遷を経て現在は PCP-Na (Sodium pentachlorophenate) が広く使用されている。しかし PCP-Na は薬効の高い反面、農作物、魚類に対する影響も又甚大で、年々大きな被害の発生が認められている。

中国(中共)においてはその中間宿主 *O. hupensis* の殺貝に当つて、殊にクリーク内の魚族保護の必要上、これに対して害作用の極めて少い酸性硫酸石灰(註1)を使用している(小宮:1957, 岡部:1957)。

日本においては各種農作物害虫の駆除剤としての硫酸石灰の量産が行われており、この宮入貝殺貝効果(室内)も既に小宮・保阪(1957)等に依つて確認されている。

筆者等は殊に之を現地に施用した際の規定量の、又効果の最大を期する上に考慮さるべき各種の条件の究明を目的として室内及び野外試験を行い次の如き成績を得たので報告する。

実験方法

使用薬品は日本農薬KKの製造にかかる硫酸石灰(註2)(商品名“ニホナート”)で、県予防課の提供によつた。

1. 室内試験: McMullen 法に依つた。径15cmの大型シャーレーに濾紙を1枚敷き、之に水で所定濃度の硫酸石灰の懸濁液を作り、出来得る限り均等に撒布した。

TOSHIHIKO IJIMA, SHUJO OOTA & SHINICHI NAKAJIMA: Studies on molluscicides (2) Molluscicidal effect of calcium arsenate on *Oncomelania nosophora*. (Yamanashi Prefectural Medical Research Institute, Kofu)

薬品濃度は 100cm² に対し 2.5mg, 5 mg, 10mg, 20mg, 40mg, 80mg とした。次いで、この薬液を浸したシャーレーの中央部に宮入貝20匹宛を放ち、3, 6, 12, 24, 48時間の5段階の時間作用せしめた。作用後貝を充分水洗し新しいシャーレー内で飼育、第1, 第2, 第4, 第7日後に夫々20ヶ宛を圧潰し生死の判定を行つた。実験期間は5月24日より6月1日迄で、実験期間中の室温は19~28°Cで、薬剤作用中の室温は19~22°Cであつた。

2. 野外試験: 一方室内試験と併行し、5月9日より6月20日の間野外試験を行つた。試験地の選定に当つては、殊に土質に関心を払い、夫々土質の異なる次の3ヶ所を選定した。

韮崎市竜岡町馬屑地区、壤土地(但し表層約20cmのみ、以下深層は砂土)

中巨摩郡八田村上高砂地内、砂壤土地

中巨摩郡若草村上河原地内、砂土地

各試験地共夫々5m²宛10地区を区分し、1m²当り1, 2, 4, 8, 16gの薬品を撒布した。第1~第5地区には小型撒粉器(手動)を以て粉末を、第6~第10地区には如露を以て懸濁液を撒布した。懸濁液は夫々の薬品を水約10lで調製した。

効果判定は薬品撒布後第4日、第8日、第14日、第1ヶ月の4回行つた。各地区共1平方呎内の宮入貝全部を採取し水洗後貝を圧潰し生死を鑑別した。但し貝の少きに失した時は採取範囲を拡大した。又、薬品撒布前に同様1平方呎内の貝の死滅率を検し之を対照とした。

実験成績

1. 室内試験

試験成績は第1表に示すとおりである。

(註1) 酸性硫酸石灰: CaHAsO₄

(註2) 硫酸石灰: 塩基性硫酸石灰 [Ca(OH)₂·3Ca₃(AsO₄)₂] 中性硫酸石灰 [Ca₃(AsO₄)₂] (全砒素40%以上、水溶性砒素2%以下)

第1表 硫酸石灰に依る宮入貝殺貝成績 (室内試験)

作用時間	濃度 経過日	2.5 mg/100 cm ²			5 mg/100 cm ²			10 mg/100 cm ²			20 mg/100 cm ²			40 mg/100 cm ²			80 mg/100 cm ²			対 照		
		供試宮入貝数(ケ)	死貝数(ケ)	死滅率(%)	供試宮入貝数(ケ)	死貝数(ケ)	死滅率(%)	供試宮入貝数(ケ)	死貝数(ケ)	死滅率(%)	供試宮入貝数(ケ)	死貝数(ケ)	死滅率(%)	供試宮入貝数(ケ)	死貝数(ケ)	死滅率(%)	供試宮入貝数(ケ)	死貝数(ケ)	死滅率(%)	供試宮入貝数(ケ)	死貝数(ケ)	死滅率(%)
3時間作用	1日	20	0	0	20	1	5	20	1	5	20	2	10	20	2	10	20	3	15	20	0	0
	2	20	1	5	20	1	5	20	1	5	20	12	60	20	14	70	20	9	45	20	0	0
	4	20	0	0	20	2	10	20	4	20	20	17	85	20	20	100	20	17	85	20	0	0
	7	20	4	20	20	9	45	20	20	100	20	20	100	20	20	100	20	20	100	20	0	0
6時間作用	1	20	0	0	20	0	0	20	1	5	20	2	10	20	2	10	20	6	30	20	0	0
	2	20	1	5	20	1	5	20	4	20	20	8	40	20	14	70	20	16	80	20	0	0
	4	20	0	0	20	8	40	20	11	55	20	17	85	20	20	100	20	20	100	20	0	0
	7	20	0	0	20	10	50	20	15	75	20	19	95	20	20	100	20	20	100	20	0	0
12時間作用	1	20	0	0	20	2	10	20	4	20	20	8	40	20	8	40	20	11	55	20	0	0
	2	20	1	5	20	3	15	20	12	60	20	18	90	20	18	90	20	20	100	20	0	0
	4	20	0	0	20	5	25	20	17	85	20	19	95	20	20	100	20	20	100	20	0	0
	7	20	5	25	20	15	75	20	19	95	20	20	100	20	20	100	20	20	100	20	0	0
24時間作用	1	20	1	5	20	8	40	20	6	30	20	14	70	20	11	55	20	16	80	20	0	0
	2	20	1	5	20	4	20	20	15	75	20	19	95	20	17	85	20	20	100	20	0	0
	4	20	5	25	20	4	20	20	19	95	20	19	95	20	19	95	20	20	100	20	0	0
	7	20	12	60	20	11	55	20	20	100	20	20	100	20	20	100	20	20	100	20	0	0
48時間作用	1	20	1	5	20	8	40	20	16	80	20	20	100	20	20	100	20	20	100	20	0	0
	2	20	1	5	20	15	75	20	19	95	20	19	95	20	20	100	20	20	100	20	0	0
	4	20	5	25	20	19	95	20	20	100	20	20	100	20	20	100	20	20	100	20	0	0
	7	20	17	85	20	20	100	20	20	100	20	20	100	20	20	100	20	20	100	20	0	0

(1) 3時間作用お場合：水洗後1日放置では殆ど効果は認められない。2日放置で漸く効果が発現し、40 mg/100 cm²で70%の死滅が認められ、4日放置で40mg/100 cm²の濃度で100%の死滅が認められた。7日放置では効果極めて高く、10mg/100 cm²以上の濃度では貝はすべて死滅した。

(2) 6時間作用の場合：(1)と殆ど同様の成績で水洗後1日放置では効果は認められず、4日放置で20 mg/100 cm²以上、7日放置10mg/100 cm²の濃度で高い死滅が認められた。

(3) 12時間作用の場合：水洗後1日放置では未だ効果の発現は左程顕著でないが、2日放置すると20mg/100 cm²以上で、4日放置では10mg/100 cm²以上で、又7日放置で5 mg/100 cm²以上で高い効果が発現した。

(4) 24時間作用の場合：水洗後1日で既に相当(20 mg/100 cm² 70%)の効果が認められ、2日放置で10 mg/100 cm²以上、又7日放置では10mg/100 cm²以上

の濃度で100%の死滅がみられた。

(5) 48時間作用の場合：各種濃度共極めて効果的であつて、水洗後1日放置で10mg/100 cm²から、20mg/100 cm²で100%、2日放置で5 mg/100 cm²から、又4日放置では5 mg/100 cm²で95%、10mg/100 cm²以上すべて死滅した。更に水洗後7日放置した場合は2.5 mg/100 cm²の濃度で85%の死滅が認められ、5 mg/100 cm²以上の濃度では100%死滅した。

以上の如き成績より算出されたLD₅₀は第2表に掲げるとおりである。

第2表 硫酸石灰の作用時間とLD₅₀

作用時間	3時間	6時間	12時間	24時間	48時間
LD ₅₀ (mg/100 cm ²)	20.55 mg	14.55 mg	12.81 mg	12.96 mg	6.18 mg

[註] 生死鑑別は薬品作用後4日間飼育の後に付つた。

第 3 表 砒酸石灰に依る宮入具殺菌試験(野外試験)

試験地名	地区名	面積	乘品撒布量	1m ² 当り撒布量	撒布形態	殺菌				成績									
						照		布		布		布							
						拾得数	死滅率	拾得数	死滅率	拾得数	死滅率	拾得数	死滅率						
韭崎市竜岡町	1	5m ²	5g	2	粉	111	18	91	9	35	7	20	86	67	77	60	50	83	
	2	"	10	2	"	19	42	102	41	60	32	53	63	34	53	68	54	79	
	3	"	20	4	"	50	24	89	38	90	68	75	83	57	68	34	33	97	
	4	"	40	8	"	37	35	47	17	103	85	82	83	75	90	42	40	94	
	5	"	80	16	"	50	22	67	20	100	73	73	115	104	90	56	55	98	
	6	"	5	1	懸濁液	77	27	136	41	56	24	42	78	72	92	51	49	96	96
	7	"	10	2	"	77	19	103	29	98	85	86	135	119	88	70	65	92	
	8	"	20	4	"	66	12	50	45	100	85	85	135	115	85	57	57	100	
	9	"	40	8	"	59	38	60	14	100	88	88	69	48	69	34	34	100	
	10	"	80	16	"	39	48	101	21	100	88	88	118	110	93	37	37	100	
	平均					576	25	846	275	842	635	75	965	801	83	509	474	93	
八田村上高砂	1	5	5	1	粉	5	100	24	5	9	1	11	20	20	100	20	6	30	
	2	"	10	2	"	27	29	26	7	60	14	23	19	2	10	34	11	32	
	3	"	20	4	"	50	16	30	7	58	34	58	23	11	47	12	17	8	
	4	"	40	8	"	33	20	28	4	60	14	23	21	7	33	23	17	73	
	5	"	80	16	"	39	38	35	3	32	14	43	15	10	66	27	20	74	
	6	"	5	1	懸濁液	44	30	50	12	24	13	21	24	15	62	20	4	20	
	7	"	10	2	"	9	77	11	5	41	20	48	25	9	36	30	10	33	
	8	"	20	4	"	89	55	60	18	60	43	71	20	12	60	9	7	77	
	9	"	40	8	"	22	77	33	16	48	31	70	21	3	14	24	7	29	
	10	"	80	16	"	16	25	50	21	27	14	51	21	8	38	11	4	36	
	平均				334	49	347	98	28	438	189	43	209	97	46	210	87	41	
若草村上河原	1	5	5	1	粉	10	20	16	3	8	3	37	5	2	40	39	7	17	
	2	"	10	2	"	26	7	12	1	11	2	18	9	7	77	32	7	21	
	3	"	20	4	"	40	0	23	11	24	3	12	11	8	72	18	11	61	
	4	"	40	8	"	14	7	27	15	14	10	71	15	11	73	24	19	79	
	5	"	80	16	"	10	0	13	12	20	17	85	13	12	92	10	6	60	
	6	"	5	1	懸濁液	11	18	20	8	13	13	100	25	15	56	54	48	88	
	7	"	10	2	"	10	10	15	6	9	6	66	29	8	27	70	20	28	
	8	"	20	4	"	9	11	10	9	5	4	80	26	26	100	59	47	79	
	9	"	40	8	"	19	0	16	14	87	24	95	33	24	72	39	34	87	
	10	"	80	16	"	12	16	17	15	6	6	100	28	28	100	45	35	77	
	平均				161	6	169	94	55.62	139	87	62	194	141	72	390	234	60	

2. 野外試験

試験成績は第3表に示すとおりである。

(1) 韮崎市竜岡町における試験成績：他の2試験地に比し最も効果的な成績を取めた。薬品撒布後第4日に既薬効は発現するが、効果は低く且発効にむらがある。最低は第1区(1g/m² 粉末)の9%, 最高第8区(4g/m² 液)の90%, 平均32%であった。第8日は効果も均等化し且徐々に上昇する。最低は第1区の20%, 最高は第9, 10区(8g/m², 16g/m² 液)の88%, 平均75%であった。第14日には更に効果も上昇し各区間の差も均一化する。即ち最低は第2区の53%, 最高は第10区の93%, 平均83%であった。更に第1ヶ月に到ると効果は最大に達し級間差(地区差)も薬品撒布量に応じた差が生ずる。即ち最低第2区の79%, 最高8~10区(夫々4, 8, 16g/m² 液)の100%, 平均93%であった。

(2) 八田村上高砂に於ける成績：最も成績が悪く最後まで見るべき効果は発現しなかつた。

薬品撒布後第4日最低第5区(16g/m² 粉)の8%, 最高第9区(8g/m² 液)の48%, 平均28%, 第8日最低第1区(1g/m² 粉)11%, 最高第8区(4g/m² 液)の71%, 平均43%, 第14日最低第9区(8g/m² 液)の14%, 最高第1区の100%, 平均46%, 又第1ヶ月最低第3区(4g/m² 粉)の8%, 最高第8区(4g/m² 液)の77%, 平均41%であった。

(3) 若草村上河原に於ける成績：薬品撒布後第4日の最低は第2区(2g/m² 粉)の8%, 最高は第5区(16g/m² 粉)の92%, 平均55%で薬効の発現は他の2試験地に比し稍早い。地区間に群がある。第8日の最低は第3地区(4g/m² 粉)の12%, 最高は第6, 第10区(1g/m² 16g/m² 液)の100%, 平均62%であった。第14日, 最低第7区(2g/m² 液)の27%, 最高8, 10区の100%, 平均72%, 又第1ヶ月においては最低第1区(1g/m² 粉)の21%, 最高6第区の88%, 平均60%の殺虫効果が認められた。

考 察

1. 室内試験

小宮・保阪(1957)の酸性硫酸石灰に依る宮入貝試験(室内)に依れば、作用時間48時間(室温28~32°C)においてLD₅₀は3.5mg/100 cm²であり、筆者等のそれは48時間(室温19~28°C)において6.18mg/100 cm²であった。一見酸性硫酸石灰の方が効率の高いかの如くであるが、実験中の温度、得られた素資料(両者共20mg/100 cm² 48時間作用で100%死滅)等より勘案してみれば

両者に左程の懸隔があるとは考えられない。従つて硫酸石灰も又効果の点よりすれば宮入貝殺虫剤価値があるものと思される。

次に興味ある事実は、LD₅₀において、3時間作用の場合20.55mg/100 cm², 6時間作用の場合14.55mg/100 cm², 12時間作用で12.81mg/100 cm²であるが、24時間作用の場合12.96mg/100 cm²と効率は12時間作用の場合に比し全く上昇しない。然るに48時間作用させた場合は効率は6.18mg/100 cm²と再び急昇する。小宮・保阪(1957)も酸性硫酸石灰においてこれに類似した傾向を認めている。この原因が奈辺にあるかは更に実験を行つて解明すべき事柄であるが、従来用いられた殺虫剤には見られなかつた現象である。

又、硫酸石灰の特徴として、薬効はPCP-Naに比し稍遅効的であるよう着取される反面、時間的経過が進むに伴い薬効が著しく増大する傾向が認められる。即ち48時間作用の場合7日間飼育後の生死鑑別において2.5mg/100 cm²で85%, 5mg/100 cm²以上の濃度では100%の死滅が認められた。これを按ずるに、硫酸石灰は喫食毒であり、宮入貝は摂取した砒素で中毒死することは疑なきこととて、而も砒素は体内に蓄積される特質を有するのでこの如き成績を表わすものと考えられる。兎もあれ、この現象は実際殺虫を行うに当つて考慮されるべき条件である(後述)。

2. 野外試験

野外試験において最も良好な成績の得られたのは韮崎市竜岡町の試験地に於いてであり、最も成績の不良であったのは八田村の試験地であった。前者にあつては殺虫剤実験後第8日にして平均75%, 第14日平均83%, 第1ヶ月93%の死滅率が認められた。又各地区毎に検討するに、粉末を以て撒布した1~5区で2mg/m²以下の撒布量の地区(1, 2)と4mg/m²以上の撒布量の地区(3~5)の間にその死滅率に有意差が認められる。又懸濁液として撒布した6~10区では第8日目迄は薬効の変動が大であるが、第14日より効果は上昇し第1ヶ月において何れの地区も90%以上の死滅が認められた。殊に1g/m²撒布の第6区の第1ヶ月の死滅率が96%に達したのは注目する。又、竜岡町試験地にあつては粉末と懸濁液の撒布方法で両者の効果に有意の差を以て優劣が認められた。

竜岡試験地は釜無川支流に沿つた平坦地で、前述せる如く深層は砂土で表層は壤土質である。短小な雑草が密生しており試験地として最適の条件を具備している。こ

の様な条件の下にあつては 硫酸石灰は 1 m^2 に対し 4~8 (平均 6) g をもつて規定量とすることが出来る。前述せる如く、整地に対し撒布するに当つては、僅少に失する場合と雖、薬剤の散逸しない限りにおいては相当の薬効が期待出来る。

八田村試験地は水田に挟まれた溝渠である。対照の死滅率の高いのは本年 4 月 PCP-Na に依る殺貝の影響である。薬品撒布第 1 ヶ月に到る間成績は極めて悪く対照有意の差は認められなかつた。又薬品撒布量と効果の関係も対応は全く認められない。この試験地は両壁に約 50 cm の雑草が繁茂し且内面には枯草が堆積しており之に加えて地下水位が高く、降雨と共に相当量の水 (10~15 cm) が滲透して来た。この様な条件の地形にあつては硫酸石灰は撒布量を増大しても効果は期待出来ない。

若草村においては中位の成績を得た。地形も又水田の畦畔で、片側が“土手”となり約 30 cm の雑草が生えていた。立地条件はおすむぬ竜岡町と八田村の両試験地の中間に位する。尚少しく之を見るに、第 1 ヶ月の成績が第 14 日のそれに比し稍低下することが看取される。ただし、地形不整の故に生存宮入貝が永く薬剤の作用を免れ得たものと推測される。第 2 に 4 g/m^2 以上の撒布地区と、それ以下の地区で殺貝効果に優劣が認められる。而して、 4 g/m^2 以上の撒布が行われた地区に於いては確実に殺貝の効果が収められている。第 3 に当試験地において撒布形態 (粉末か、懸濁液か) に依る殺貝効果に有意の差は認められなかつた。

結 論

以上により筆者等は 硫酸石灰に依る宮入貝殺貝試験より次の如く結論する。

1. 本剤に依り宮入貝殺貝事業を実施するに当つて、使用薬品量は $4\sim 8\text{ g/m}^2$ とし、 6 g/m^2 を以つて規定量とすべきである。
2. 撒布形態は粉末、懸濁液の何れも効果が期待出来る。然し乍ら尚懸濁液を以つて、より着実な効果が収め得る。
3. 不整地 (殊に雑草の繁茂、堆積物の累積) に撒布した場合薬効は極めて低い。或は殆ど期待出来ない。
4. 撒布後の通水は 10~14 日間禁禁さるべきである。薬効は通水に依り著しく低下する。
5. 薬効は薬品撒布後第 14 日或はそれ以後 (撒布後第

1 ヶ月迄) に判定すべきである。

6. 本論と別に次の諸点に特に留意すべきである。

(1) 撒布地域の雑草を家畜に摂食せしめぬこと (薬品残存試験は別途之を行う予定である)。

(2) 事業実施者には本剤を摂取せしめぬ様厳重な措置を構ぜしむること。

摺筆に当り原稿の校閲と有益な御批判を賜つた国立予防衛生研究所寄生虫部長小宮義孝博士に深甚の謝意を表す。

本論文の要旨は昭和 33 年第 18 回日本寄生虫学会東日本支部大会において発表した。

文 献

- 1) 中華人民共和国衛生部 (1956) : 血吸虫予防手冊, 単行版, 4 (48). —2) 小宮義孝・蕭榮煒・徐国清・姚土春・孫慶祺 (1957) : *Oncomelania* の食性に関する一新検査法と *O. hupensis* の食性に関する二三の知見 (*Oncomelania* の食性に関する研究 I). 日本生態学雑誌, 7 (1), 18-22. —3) 小宮義孝・蕭榮煒・徐国清・姚土春・孫慶祺 (1957) : PCP-Na と酸性硫酸石灰の殺貝効果について, 臨床消化器学, 5 (3), 155-158. —4) 小宮義孝・保阪幸男 (1957) : ミヤイリガイの研究 (2), 殺貝剤としての酸性硫酸石灰, 第 17 回日本寄生虫学会東日本支部大会記事, 9-10. —5) 小宮義孝 (1957) : 中共の住血吸虫病防治対策に対する意見書, 日本医事新報, 1711, 45-47. —6) 岡部浩洋 (1957) : 中国に於ける日本住血吸虫病の現況, 久留米医学会雑誌, 20 (4), 549-555. —7) 蘇德隆 (1954) : 化学滅螺在予防血吸虫病上の地位, 中華衛生雑誌, 2, 91-94.

Summary

Results of molluscicide by calcium arsenate for *Oncomelania nosophora* were as follows:

1. The effective amount of calcium arsenate for *O. nosophora* was $4\sim 8\text{ gms/m}^2$, and its the standard amount for practical use was determined as six grams per m^2 .
2. This compound is practically applicable either in form of powder or solution, but in the latter form it appears to be rather more effective.
3. In areas thickly covered with weeds and with piled brocks its application should be avoided, because in these areas the compound was proved to have lower effects.
4. Watering the ditches should be avoided for 10-14 days after the application of the compounds.
5. The determination of the effect of the chemicals to snails should be carried out in practice at least 14 days after its distributions.