

4章 火山灰堆積時におけるアサリの行動

乃一 哲久
山口 勝秀
松尾 央子
千田 哲資

はじめに

雲仙普賢岳は、1990年11月17日の噴火以来、大量の溶岩と火山灰を噴出し続けている。そして、山間部に堆積した溶岩や火山灰は、降雨時には、土石流や泥流（以下では、土石流に統一）となり、大小の河川を通じて海へと流入する。島原半島東岸では、水無川、中尾川、湯江川が土石流の主な流路となっており、これらの河川の河口域周辺に生息する生物は、少なからず、土石流の影響を受けているものと思われる。

土石流の堆積物によって、河口部周辺が一時的、もしくは恒常的に劣悪な環境となった場合、魚類のように遊泳力の優れた生物は、危険区域からの逃避がある程度可能であろう。しかし、二枚貝類のように砂中に潜んでいる生物はどのようなになるのであろうか。

本章では、室内実験を基に、火山灰が堆積した際のアサリの行動について検討する。

1節 埋没実験

アサリは砂中に没して生息しており、土石流によって流入した土砂はその上に堆積する。土砂が堆積する速度や量は場所によって異なり、河口に近い所ほど、短時間に大量の土砂が堆積する。しかし、同じ場所であっても土石流の規模や、潮流などの海洋条件によっては、一度に堆積する土砂の量も異なる。また、同じ量の火山灰が堆積しても、アサリの大きさが異なれば、それによって受ける影響も異なるであろう。

土石流によって土砂が堆積した際、アサリはどのような回避行動をとるのか、また、どの程度の規模の堆積までなら生残できるのでしょうか。これらの疑問を解決するために、著者らは、幾つかの堆積パターンを設定し、大きさの異なるアサリを用いて埋没実験を行った。

(1) 実験方法

海水を張り、海砂を敷いた30×60×36cmの水槽二つに、一方には殻長40mm以上60mm未満（以下では、大）のアサリを20個、もう一方には殻長20mm以上30mm未満（以下では、小）のアサリ30個を碁盤の目状に配置し、1日もしくは2日間放置した。この間に大半のアサリは潜砂したが、潜砂しないものや、死亡していたものは新しい個体と取り替え、実験開始時までには全ての個体が潜砂している状態にした。この水槽を5組用意し、1組は対照区としてそのままにしておき、他の4組には、それぞれの組で厚さが異なるように、火山灰を堆積させた。

堆積させた火山灰の厚さは、大規模土石流、中規模土石流、小規模土石流、小規模土石流頻発の4つの場合を想定し、10cm、5cm、1cm、隔日に1cmを5回の4通りであった。火山灰を堆積させた後は、エアレーションを行いながら無給餌で放置し、2週間後に取り上げた。

取り上げの際には、火山灰を上から1cmずつ取り除き、アサリの位置と生死を調べた。

なお、各実験はそれぞれ2回ずつ行い、アサリはその都度新しい個体と取り替えた。また、火山灰は島原市に降灰したものを使用した。

(2) 結果と考察

2回の埋没実験では、数値に若干の違いが見られたものの、ほぼ同様の結果が得られた。以下ではその一例を示し、解説する。なお、対照区と火山灰区の死亡率の比較から、本実験においてアサリが死亡した原因は、無給餌による餓死や火山灰の化学成分による中毒死などではなく、埋没による窒息死と考えられた。

アサリ小の結果を表1に、大を表2に示した。対照区、火山灰1cm区では、大小ともに死亡は見られなかった。隔日に1cmを5回区では、大小ともに大半の個体が上方へと浮上し、小には死亡が見られず、大に1個体（5%）の死亡

4章 火山灰堆積時におけるアサリの行動

表1 火山灰堆積時のアサリ小の浮上距離と生死。

浮上距離 (cm)	対照 (0 cm)		1 cm		1 cm × 5 回		5 cm		10cm	
	生存	死亡	生存	死亡	生存	死亡	生存	死亡	生存	死亡
10									0	0
9									11	0
8									3	0
7									4	0
6									1	1
5					0	0	0	0	1	1
4					10	0	9	1	0	2
3					4	0	9	1	0	0
2					2	0	4	0	0	4
1			29	0	13	0	2	4	0	4
合計	30	0	29	0	29	0	24	6	20	10
死亡率(%)		0		0		0		20		33

表2 火山灰堆積時のアサリ大の浮上距離と生死。

浮上距離 (cm)	対照 (0 cm)		1 cm		1 cm × 5 回		5 cm		10cm	
	生存	死亡	生存	死亡	生存	死亡	生存	死亡	生存	死亡
10									2	0
9									3	0
8									0	0
7									0	2
6									0	1
5					1	0	3	0	0	0
4					7	0	3	0	0	2
3					8	0	3	1	0	6
2					2	0	7	0	0	0
1			20	0	1	0	4	0	0	4
合計	20	0	20	0	19	1	20	0	5	15
死亡率(%)		0		0		5		0		75

が見られた。しかし、以上の3実験区の死亡率には統計的な有意差は認められず、火山灰が僅かに堆積した場合や大量であっても徐々に堆積した場合は、それが直接の原因となってアサリが死亡することはないものと思われた。

5 cm区では、アサリ小において6個体(20%)の死亡が見られたが、大には

死亡は見られなかった。生残していた個体は、小では原水底面から上方3ないし4 cmの範囲に集中していたのに対し、大では原水底面から上方2 cmに集中していた。これは、アサリの大と小では、水管を伸ばせる長さに差があるためと思われる。アサリは水管を通して呼吸し、これは殻長とほぼ同じ長さまで延びる。従って、土砂に埋没したアサリが呼吸をするためには、最低でも、水底面から殻長と同じ長さの深度にまで浮上しなくてはならない。このことは、アサリ小の死亡個体が水管を新水底面上に出すことができない原水底面から上方1 cmの範囲に集中していたことから想像できる。なお、アサリ小において、死亡個体が集中していた埋没深度において生残していた個体は、頭上の新水底面がすり鉢状に窪み、辛うじて呼吸ができるようになっていた個体であった。

10cm区では、小において10個体(33%)、大では15個体(75%)の死亡が見られた。10cm区において大の死亡個体が急増し、小の死亡率を大幅に上回る現象は、2回の実験の双方で確認された。この原因については不明であるが、著者らは、アサリが火山灰中を浮上しようとする際に周りから受ける圧力が、アサリの大きさによって異なるためではないかと考えている。

催(1963)は、様々な大きさのアサリを様々な粒度の砂に埋没させ、その後の移動と生残を調査し、アサリを深く埋没させるほど死亡率が高くなることを報告した。火山灰を用いた本研究の結果は、傾向的には、砂を用いた催の報告と一致した。しかし、埋没深度と生残率には違いが見られ、火山灰を用いた実験の方が、砂を用いた実験よりも浅い埋没で高い死亡率が見られた。この原因は、砂と火山灰の物理的な性質の差に求めることができよう。即ち、普賢岳の火山灰は、砂に比べ粒子が細かく、堆積直後は液体に近い軟泥状で、アサリは自重のためにこの中を浮上することができない。しかし、暫くすると固く締まり、アサリの浮上を妨げる。

アサリは、火山灰の堆積に際し、上方への移動を行っただけではなく、水平方向にも移動した。本研究では、アサリを碁盤の目状に配し火山灰を堆積させたのだが、取り上げ時には、各実験区とも、約半数が埋没位置以外の場所に潜砂していた。水平方向への移動は、原水底面から新水底面へと浮上した後に行われたものと思われ、新水底面上には、アサリの移動跡である溝状痕が幾筋も見られた。我々の実験からは、水平移動の詳細について言及することはできな

4章 火山灰堆積時におけるアサリの行動

いが、これについては幾つかの報告がある。それらによると、アサリの水平移動は、脚を使った能動的移動と波や潮流を利用した受動的移動の2つに大別される。能動的移動は主に稚貝や幼貝が行い、1日当たりの最大移動距離は砂質地帯で110cm、砂礫地帯では70cmと報告されている（催，1963）。一方，受動的移動では，標識したアサリが約3日で最大30m移動したことが報告されている（猪野ら，1954）。

水平方向への移動は火山灰を厚く堆積させた実験区において顕著に見られ，生存個体の多くは水槽の壁面部分付近に集中していた。また，火山灰を厚く堆積させた実験区では，新水底面上に這い出し，実験終了時まで再び潜砂を行わなかったアサリも見られた。アサリは，劣悪な環境下では，適所を求め大きな移動を行うことが知られている（催，1963）。我々の実験で見られた生存個体の水槽壁面部分付近への集中や，火山灰中からの這い出しは，アサリが火山灰から逃避しようとしていることを意味しているものと思われる。

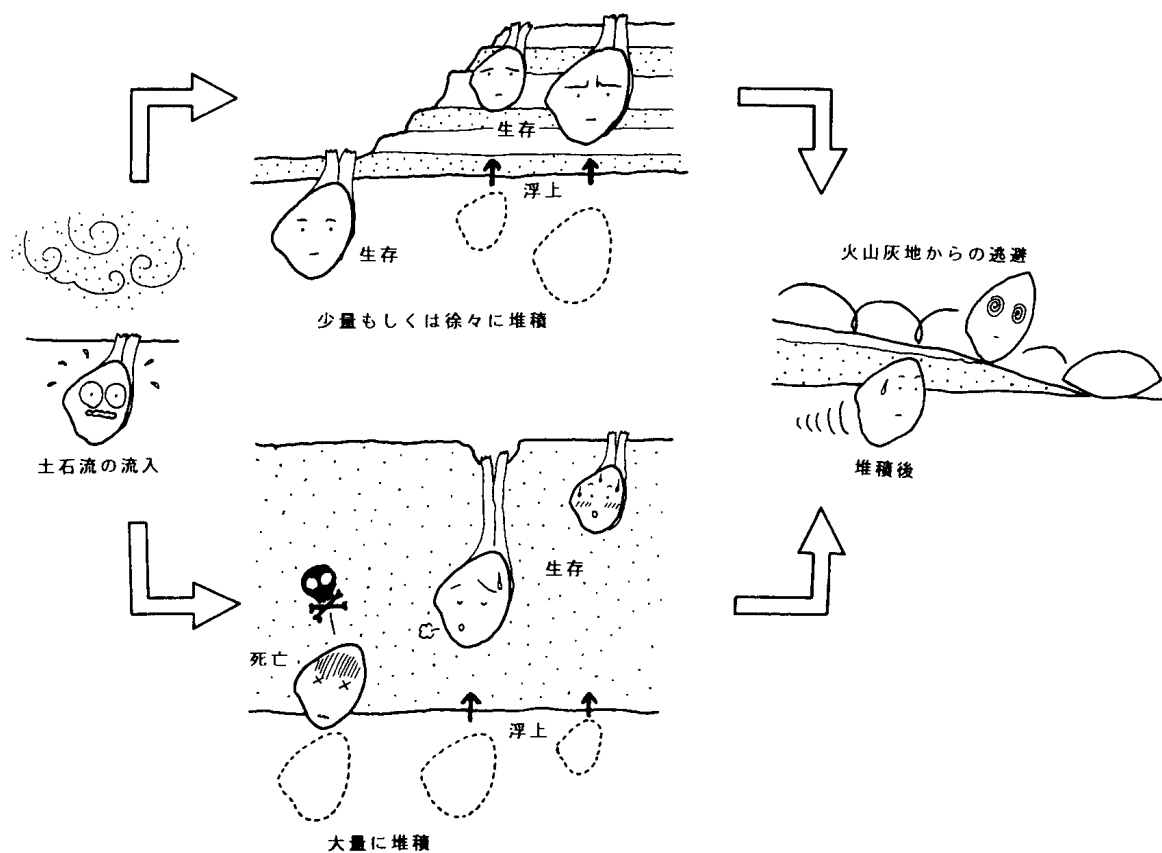


図1 水槽実験より推定した土石流堆積時におけるアサリの行動

図1は、火山灰堆積時におけるアサリの行動を模式的に示したものである。火山灰が堆積すると、アサリは先ず上方へと移動し、呼吸を確保しようとする。上方への移動は、堆積量が少ない場合や堆積速度が遅い場合には、比較的スムーズに行われるが、急激に大量の火山灰が堆積した場合には、呼吸の確保ができずに窒息死する個体も現れる。窒息死する個体は小型の若いアサリよりも大型の老成員に多い。そして、呼吸を確保したアサリは、火山灰地帯から逃避する。

本研究では、室内実験によって、土石流発生時におけるアサリの行動のモデル化を試みた。一方、水無川河口の南側に位置する2カ所のアサリ養殖場を調査した吉田ら（1991）は、著者らの推論を立証する上で非常に興味深い結果を得ている。氏らは、河口に近い枯木漁港南側の養殖場には海砂とは異なる黒色粘土の堆積層や岩石状の塊があり、生物相は貧弱で、アサリの生息密度も低く、二枚貝の一種であるホトトギスガイの大量弊死が見られたのに対し、河口から遠い深江漁港近くの養殖場では火山灰の堆積は見られず、アサリを含めた生物の生息密度も高いことを報告している。

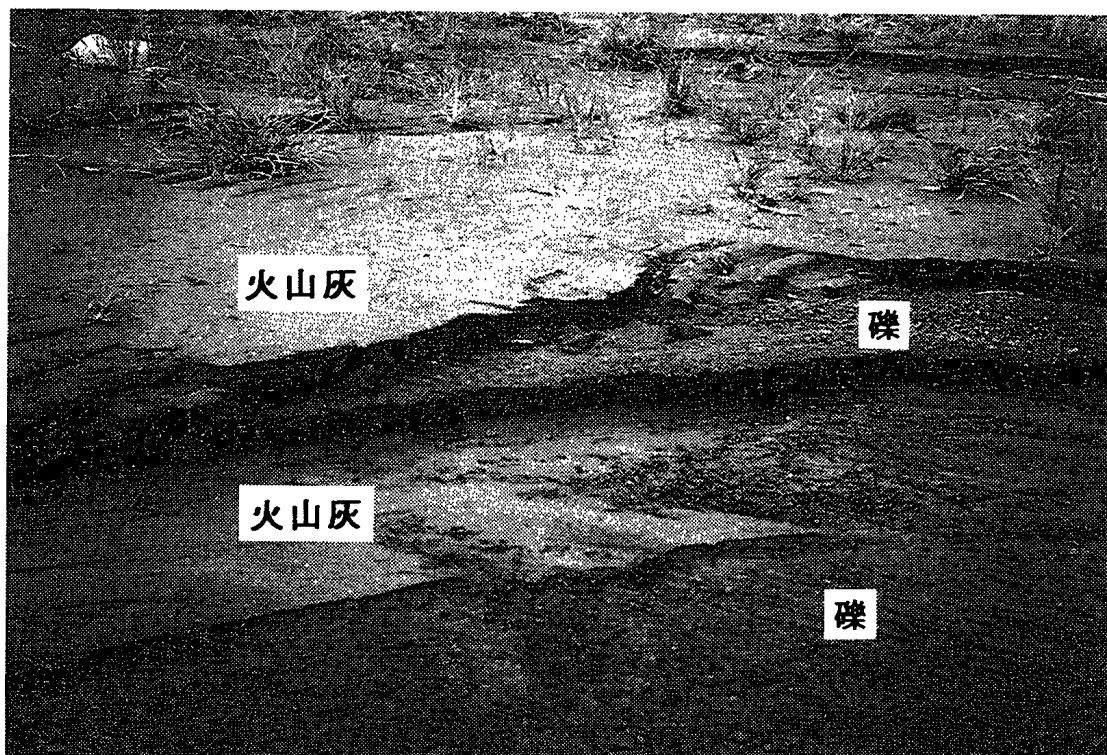


図2 島原市安徳地先の干潟

2節 潜砂実験

島原半島東岸の主要河川の河口域には、降灰や土石流によって運ばれてきた土砂が大量に堆積している。土砂の堆積量は場所によって異なり、水無川の河口近くでは、土石流によって運ばれてきた礫と火山灰が層をなし、交互に堆積している（図2）。

火山灰は、海底に堆積すると固く締まり、水を通しにくい層を形成する。このような状況下では、当然、アサリの潜砂能力も劣化するものと思われる。そこで、著者らは、底質に砂と火山灰を用いてアサリの潜砂行動を比較した。

(1) 実験方法

潜砂実験も埋没実験と同じサイズのアサリと水槽を用いて行った。この実験では、海水を張った水槽二つに、一方には海砂を、もう一方には火山灰をそれぞれ5 cmの厚さで堆積させた。そして、各水槽にアサリ大20個と小30個を入れ、経時的に潜砂を完了した個体の数を計数し、潜砂率を求めた。この際、一部の個体については、潜砂開始から完了までに要した時間も測定した。なお、本実験も、埋没実験と同様に2回行った。

(2) 結果と考察

先ず潜砂速度であるが、アサリが潜砂に要した時間の平均値は、砂区で11分6秒、火山灰区では15分3秒で、火山灰区は砂区の約1.5倍の時間を要した。このことは、当初の予想通り、堆積すると固く締まる火山灰の性質がアサリの潜砂を妨げた結果であると判断してよからう。

次に潜砂率の経時変化について述べる。潜砂率は、大小ともに、砂区と火山灰区でほぼ同様の経時変化を示した（図3）。砂区のアサリは、実験開始後2時間で約80%の個体が潜砂を完了し、小で8時間、大では5時間で全ての個体が潜砂した。一方、火山灰区では5時間後でまだ50%前後の個体しか潜砂しておらず、全ての個体が潜砂を完了するには、小で48時間、大では17時間を要した。

火山灰区において、潜砂率が砂区よりも劣ったのは、火山灰区の方が潜砂速度が遅いためではなく、潜砂を開始するまでに長時間を要したためであった。アサリは、火山灰区、砂区ともに、実験開始後約5分程度で殻を開き呼吸を始

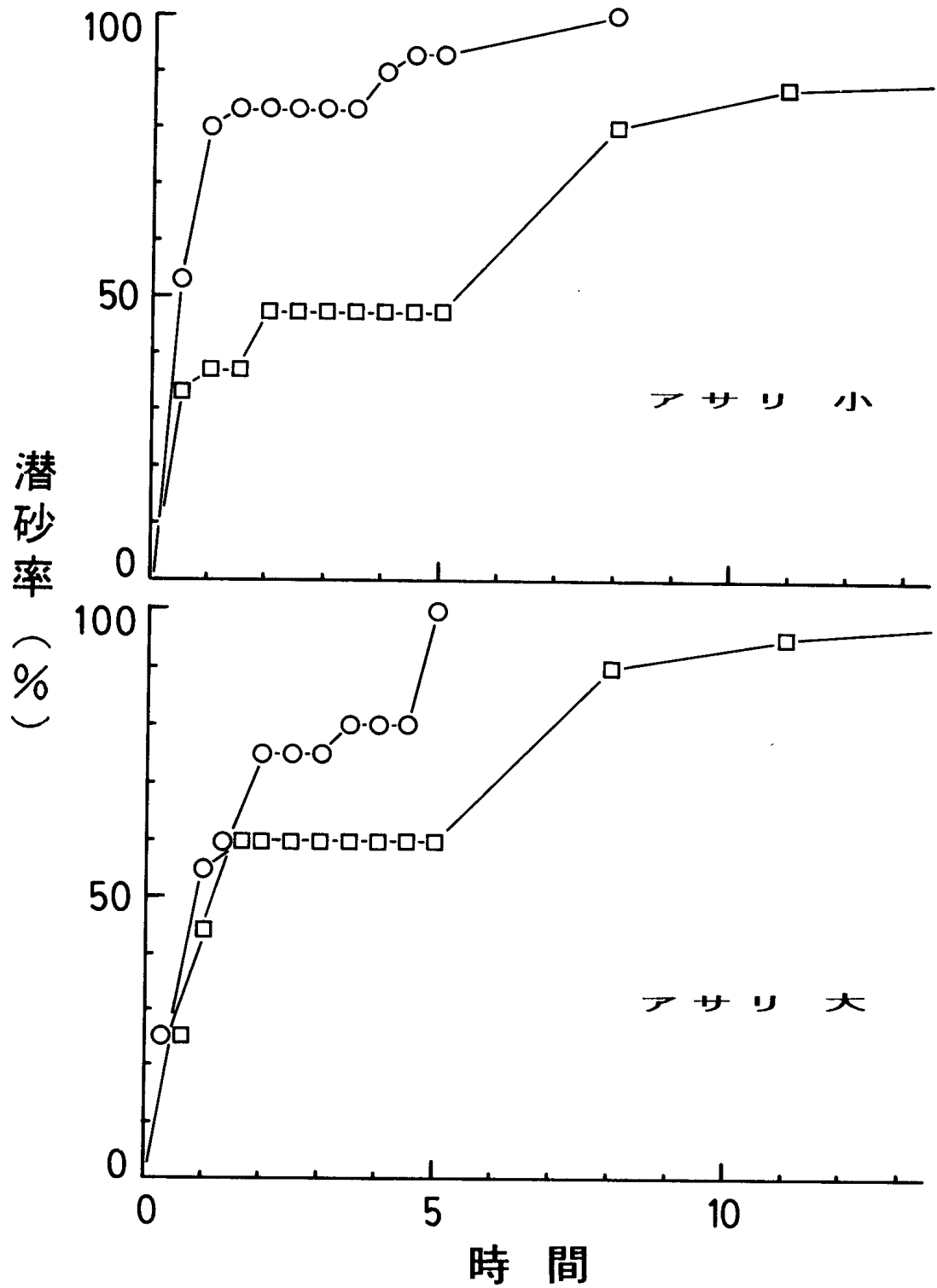


図3 アサリの潜砂率の経時変化
○は砂地区, □は火山地区。

4章 火山灰堆積時におけるアサリの行動

めた。そして、砂区では、呼吸を始めると同時に潜砂を開始する個体もみられた。しかし、火山灰区では、配置された状態のまま呼吸だけを行い、潜砂を始めない個体が目立った。火山灰区において実験開始から潜砂開始までの時間が長くなる現象は、2回の実験の双方で確認された。

アサリは潜砂することによって、定位と安全を確保している。逆に、水底表面に出たアサリは、水流によって流されたり、魚類などの外敵に発見、捕食される機会が増す。それにもかかわらず、なぜ火山灰区ではそのような危険な状態に長時間身を曝す行動をするのであろうか。一つの推論として、アサリが火山灰地を生息地として不適切と判断し、潜砂を拒否していることが考えられる。火山灰地を生息地として不適切と判断したアサリは、現状を回避するために、水流による移送を期待し、潜砂を行わないのかもしれない。

藤森（1929）は、有明海のアサリの寿命を約9年と推定している。これに基づけば、まだ現在は、島原市周辺にも噴火以前に生まれたアサリがかなり生息しているものと思われる。しかし、噴火後に生まれたアサリはどうであらうか。卵から孵化したアサリは、浮遊幼生期を経て、内湾の河口域などに着底する。しかし、島原市近辺の河川の河口域には、大抵の場合、火山灰が堆積している。そのような場所にもアサリの幼生は着底するのであろうか、また、着底したとしても生き残れるのであろうか。この答は、数年後の漁獲量に見ることができよう。そして、漁獲量の推移によっては、組織的な放流事業なども必要になってくる。その際問題になるのは、沿岸に堆積した火山灰の存在である。

本実験の結果は、火山灰が堆積している場所では、アサリの潜砂能力が低下するとともに、潜砂を開始するまでに長時間を要することを示唆している。このことから、種苗放流を機能的に行うためには、火山灰や土石流による土砂の堆積が無い場所を放流地として選定するべきであろう。また、やむをえず火山灰がある場所に放流を行う際には、潜砂の遅れによる流失や他生物による食害を避けるために、放流方法を工夫する必要がある。

おわりに

本章では室内実験によって、火山灰が堆積した際のアサリの行動のモデル化を試み、同時に火山灰地におけるアサリの潜砂能力を検討した。そして、埋没

実験では、火山灰堆積時におけるアサリの死亡原因を窒息死と判断した。しかし、それは、僅か2週間の実験であり、島原市周辺の沿岸域のように、火山灰が恒常的に堆積している場所では、火山灰の化学成分がアサリの生理機能や成長速度、生殖能力に悪影響を及している可能性も否めない。

著者らは、現在、島原半島東岸を含む長崎県沿岸の数カ所の砂浜海岸で、定期的にあサリを採集し、それらのグリコーゲン含量を分析している。グリコーゲンは生体内のエネルギー源の一つで、その含量を調べることによって、アサリの活性を知ることができる。従って、この値を各地点間で比較すれば、島原半島東岸のアサリの健康状態を知ることができ、土石流や火山灰との関連についてもある程度の考察が可能であると思われる。今後の研究成果に期待して頂きたい。

参考文献

- 飯塚昭二（編）（1992）：雲仙・普賢岳火山活動による有明海水産業に及ぼす影響の調査研究。長崎大学水産学部，67pp.
- 相良順一郎（1985）：アサリ。pp. 224—240，水産生物の生活史と生態，日本水産資源保護協会。
- 猪野 峻，相良順一郎，浜田颯子，玉川道徳（1954）：二枚貝の標識方法の一様式及びそれによる生態学的実験の一例。水産増殖，2（1），39—45。
- 催 相（1963）：アサリの移動について。水産増殖，11（1），13—24。
- 藤森三郎（1929）：有明海干潟利用報告。福岡県水産試験場。
- 吉田範秋，沖野哲昭，吉田満彦，町田末広，岡座輝雄，渡辺庄一，古原和明（1992）：普賢岳の火山活動に伴う影響調査。平成3年度長崎県水産試験場事業報告，149—150。