

海底鉱物資源開発の環境への影響、環境影響評価等について

1. 自然環境保全地域における許可の基準、届出等について

自然環境保全地域における鉱物の掘採は、海域特別地区においては許可を受ければ行為が可能であるとともに、普通地区においては届出を行えば行為が可能である。海中における工作物の新築等により発生する土砂や化学物質は拡散し易い特性があることから、行為許可等を行う場合にはその自然環境に及ぼす影響について慎重に判断をする必要があり、必要に応じ、許可申請・届出の段階において、下記の国内外の動向も踏まえながら、これらの影響及び対策も行為者から説明を求めることが考えられる。

◆海域特別地区における許可の基準

- ・自然環境保全地域の海域特別地区において、「鉱物の掘採」には環境大臣の許可が必要であり、許可基準への適合が求められている（法 27 条 5 項）。
- ・現行の許可基準では、海底下であり、行為の方法及び規模が「自然環境の保全に支障を及ぼすおそれが少ない」ことなどが必要とされている（施行規則 23 条）。

自然環境保全法 27 条（抜粋）

3 海域特別地区内においては、次の各号に掲げる行為は、環境大臣の許可を受けなければ、してはならない。（略）

三 鉱物を掘採し、又は土石を採取すること。（略）

5 環境大臣は、第 3 項各号に掲げる行為で環境省令で定める基準に適合しないものについては、同項の許可をしてはならない。

自然環境保全法施行規則 23 条（抜粋）

法第 27 条第 5 項の環境省令で定める基準は、次の各号（略）に定めるとおりとする。（略）

五 鉱物を掘採し、又は土石を採取すること。

当該行為が、次のいずれかに該当し、かつ、行為の方法及び規模が、行為を行う海底の区域及びその周辺の海域における自然環境の保全に支障を及ぼすおそれが少ないこと。（略）

ホ 海底下において鉱物を掘採し、又は土石を採取すること。

◆普通地区における届出

- ・自然環境保全地域の普通地区において、「鉱物の掘採」には環境大臣への事前の届出が必要であるとともに、環境大臣は、届出に係る行為に対して、必要があると認めるときは禁止・制限等を行える（法 28 条 1 項及び第 2 項）。
- ・ただし、露天掘りでない方法により鉱物の掘採をする場合等については、届出は不要とされている（法 28 条 6 項 5 号及び施行規則 29 条 3 号）。

自然環境保全法 28 条 (抜粋)

1 自然環境保全地域の区域のうち特別地区及び海域特別地区に含まれない区域（以下「普通地区」という。）内において次の各号に掲げる行為をしようとする者は、環境大臣に対し、環境省令で定めるところにより、行為の種類、場所、施行方法及び着手予定日その他環境省令で定める事項を届け出なければならない。（略）

三 鉱物を掘採し、又は土石を採取すること。

2 環境大臣は、前項の規定による届出があつた場合において、自然環境保全地域における自然環境の保全のために必要があると認めるときは、その届出をした者に対して、その届出があつた日から起算して 30 日以内に限り、当該自然環境の保全のために必要な限度において、その届出に係る行為を禁止し、若しくは制限し、又は必要な措置をとるべき旨を命ずることができる。

6 次の各号に掲げる行為については、第 1 項から第 3 項までの規定は、適用しない。

五 通常の管理行為又は軽易な行為のうち、自然環境保全地域における自然環境の保全に支障を及ぼすおそれがないもので環境省令で定めるもの

自然環境保全法施行規則 29 条 (抜粋)

法第 28 条第 6 項第 5 号の環境省令で定める行為は、次の各号に掲げるものとする。

三 鉱物を掘採し、又は土石を採取することであつて次に掲げるもの

イ 第 17 条第 5 号ロからホまでに掲げるもの

※自然環境保全法施行規則 17 条 (抜粋)

法第 25 条第 6 項の環境省令で定める基準は、次の各号に掲げる行為の区分に従い、当該各号に定めるとおりとする。

五 鉱物を掘採し、又は土石を採取すること。

当該行為が次のいずれかに該当し、かつ、行為の方法及び規模が、行為を行う土地及びその周辺の土地の区域における自然環境の保全に支障を及ぼすおそれが少ないこと。

ホ 露天掘りでない方法により鉱物を掘採し、又は土石を採取すること。

2. 国際海底機構（ISA）の探査規則、環境ガイドライン等について

（1）探査規則¹、環境ガイドライン²に記載されている海底における鉱物資源開発³による海洋環境への影響（懸念）等

ISA の探査規則では深海底活動から生じる可能性がある「害」の影響から海洋環境を効果的に保護するためにリオ宣言の第 15 原則「予防的アプローチ」を適用するものとしている（規則 5、規則 33 等）。また、環境ガイドラインにおいて、以下の影響を記述している。

【海底面における直接的影響】

- 海底においては、採鉱機器による海底面（岩石、団塊及び堆積物）のかく乱、除去、採鉱機器による底層付近の粒子状物質プルーム形成、有害な化学物質の発生などが海洋生物へ影響を及ぼす。鉱物の機械的破壊による粒子は数ヶ月以上懸濁し続ける（附属書 I.4,17）。
- 生息地や基質（基盤）の喪失に対する軽減措置、生物群集の自然な再群集化の促進、直接的かく乱及び採鉱機器に伴う操業プルーム⁴やその再堆積の影響を時間的・空間的に最小化するための方法開発が必要（附属書 I.4）

【排出プルーム等に付随する間接的影響】

- 環境影響は主に海底で生じるが、さらに船上処理、排出プルーム⁵を放出する水深でも起こると考えられる（パラ 22、附属書 I .3.）。
- 採鉱船上（洋上）での鉱物スラリー⁶処理、及び表層への排出プルームの放出は、栄養塩類の増加により、光透過低下を引き起こし、一次生産を阻害（表層生態系や基礎生産者の種構成の変化をもたらす）する。深層からの冷水による海表面の局地的な温度変化、二酸化炭素の放出の可能性もある。また、食物連鎖の変化、鉛直移動等の生物移動のかく乱も引き起こすと考えられる（パラ 25、附属書 I .5, 6）。
- 排出プルームの酸素極小層（水深 1000m 付近）への放出は有害金属の放出を誘発する可能性がある（パラ 25、附属書 I .6）。
- 深い水深で排出プルームを放出する場合は、遊泳性生物群集中（密度は低いが多様性の高いことが特徴）に懸濁した海水を運ぶこととなり、また海底面への放出においても、前述に加えて懸濁水の水温が海底よりも高いことから、周辺の生態系へ影響があると考えられる（パラ 25、附属書 I .6）。
- 廃棄物や排水から鉱物相を分離するための化学薬品の潜在的な有害性を評価する必要がある（附属書 I.5）。
- 影響評価は採鉱の場所のみでなく、揚鉱過程、尾鉱排出などすべての段階で広範に実施されるべき（パラ 23）。

¹ ISA による鉱物資源開発までのフェーズは大きく概要調査（prospecting）、探査（exploration）、開発（exploitation）の 3 段階に分けられており、概要調査及び探査については、マンガン団塊（ISBA/19/C/17）、熱水鉱床（ISBA/16/A/12/rev）、コバルトリッチクラスト（ISBA/18/A/11）とも規則が策定されている。

² Recommendation for the guidance of contractors for the assessment of the possible environmental impacts arising from exploration for marine minerals in the Area（深海底における海洋鉱物の探査に起因して起こりうる環境影響の評価に関する契約者向け指針にかかる勧告：ISBA/19/LTC/8）。

³ 採鉱に使用する採鉱技術の種類が初期選鉱を行わない機械的除去方法が現段階で最も使用される可能性が高い方法であると仮定。よって将来の科学技術の進歩を考慮して見直しが必要（パラ7）としている。

⁴ 操業プルーム：採鉱機器の稼働に伴い海底堆積物が巻き上げられることに起因する懸濁水

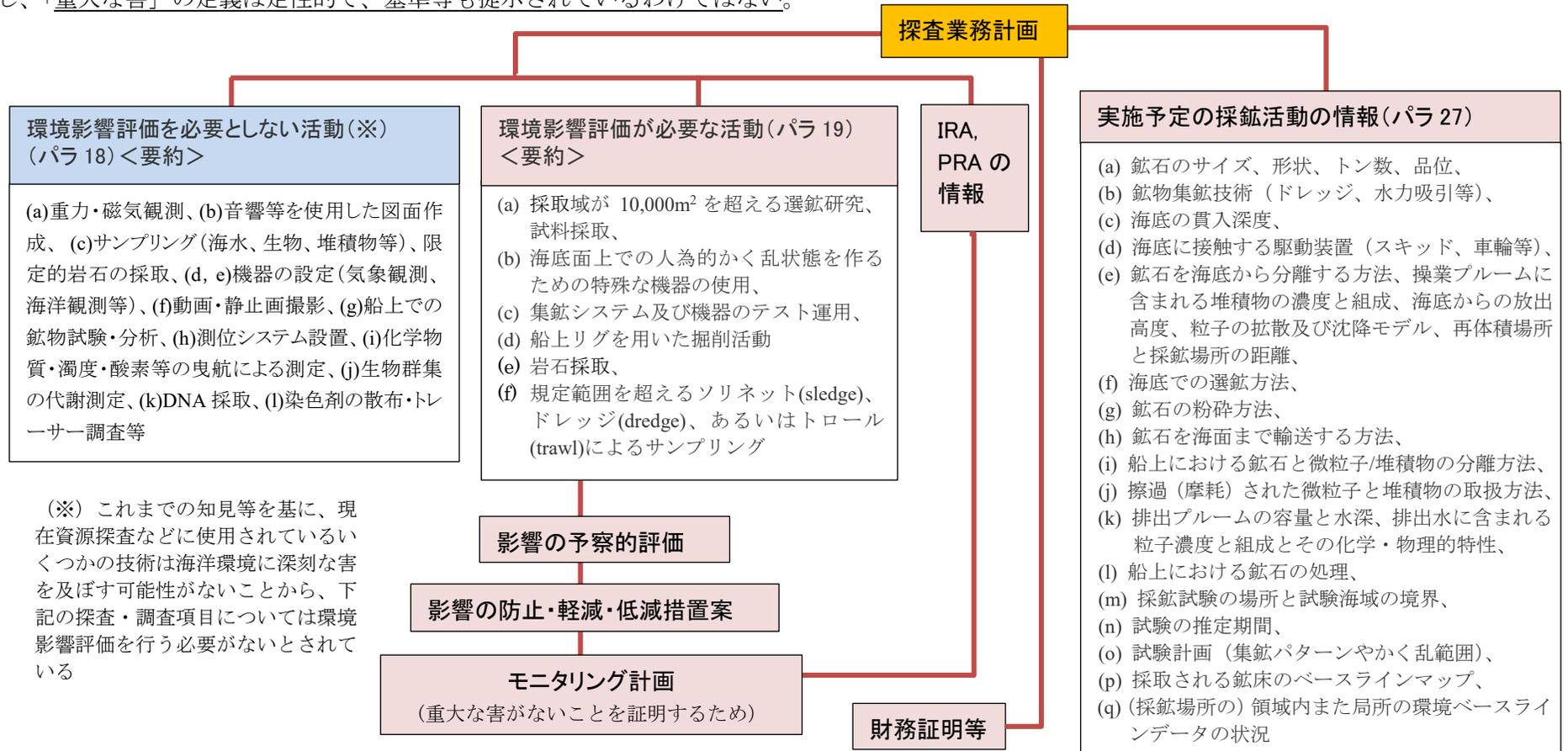
⁵ 排出プルーム：船舶から尾鉱あるいは堆積物などの粒子を含んだ懸濁水を表層・中層・底層に放出した場合に発生する懸濁水、または採鉱機やその周辺システムから機械的に放出される懸濁水

⁶ 粘土を含む濁水のような懸濁液

(2) 鉱物資源探査において契約者が行うべき調査事項等

ISA の探査規則では、鉱物資源開発による海洋環境への影響・懸念があることから、鉱物資源開発にあたっては、探査契約の探査業務計画に財務証明や採鉱方法などの記載と同時に、海洋環境のベースラインの決定、影響の予察的評価及び影響の防止・軽減・低減措置案、影響参照エリア（以下、IRA）と保護参照エリア（以下、PRA）の設定や関連事項等の情報提出を求めている（ISBA/16/A/12/rev）。また、契約者向けに全3鉱種をまとめた環境ガイドライン²を策定し、詳細な調査項目を提示している。環境ベースラインとして収集すべき詳細な項目（測定すべき生物学的、化学的、地質学的、物理学的項目）及び探査業務計画にて提出すべき採鉱方法、環境影響評価の項目等は以下のとおり。

ISA の概査・探査規則には、海洋環境の保護・保全のため、深海底の探査活動が海洋環境に重大な害（Serious harm⁷）を及ぼすと判断された場合は、活動の影響を防止するための管理措置をとるか探査実施許可を与えないこと等が明記されており（ISBA/16/A/12/rev 規則33.パラ4等）、探査契約者は「重大な害」がないことを証明するため、海洋生態系に対する害を軽減、抑制する必要な措置をとることを求められている。ただし、「重大な害」の定義は定性的で、基準等も提示されていない。



⁷ 海洋環境に対する「重大な害」とは国際的に認められている基準及び慣行に基づき、機構（ISA）により採択された規則及び手続きに照らし、深海底における活動がもたらす海洋環境に重大な悪影響を及ぼしている影響をいう（ISBA/19/LTC/8）とされている。

環境ベースラインの調査項目(パラ 15) <要約>

- (a) **海洋物理学**：海流・温度・濁度等の海洋学的情報、海底の地形測定、対象海域の水塊構造、排出プルームの影響水深における物理パラメーター測定、粒子濃度と組成（詳細：附属書 I パラ 8～12）
- (b) **地質学**：地質・地形の高解像度地図、採鉱試験で排出される重金属や微量元素（詳細：附属書 I パラ 46～49）
- (c) **海洋化学**：水柱全体の化学的データ（採鉱前と採鉱過程における放出の比較のため）、採鉱過程で放出される金属、微粒元素濃度、鉱石処理工程により排出されるプルームの化学成分（詳細：附属書 I パラ 13～21）
- (d) **堆積物特性**：表層堆積物の基本的特性（重力、密度、粒度、酸化・嫌気状態の堆積物深度）のための試料採取（詳細：附属書 I パラ 22）
- (e) **生物群集**：動物相、海底地形、水深、海底及び堆積物特性、出現数、海底生物群集（メガ・マクロ・メイオ・マイクロ・ノジュールファウナ、底生腐食者、鉱石生息生物、遊泳性生物群集、優占種の通常時の金属含有レベル、海生哺乳類その他の大型動物（カメ、海鳥等））。水柱・海底の生物群集の時間的変化（観測点の設置）、種の地理的分布、鍵種の遺伝的交流、映像（詳細：附属書 I パラ 23～43）
- (f) **生物かく乱データ**：可能な限り堆積物の混合に関するデータを取得（詳細：附属書 I パラ 44）
- (g) **堆積作用**：表層から深層までの排出プルームの移動・組成の時系列データ、拡散予測数値モデル（詳細：附属書 I パラ 45）

(3) 採掘の活動中・後に行うべき調査、提出すべき環境モニタリングデータ

採掘活動中及び活動後に観測し、事務局長に提出すべき情報は、以下の通りとなっている。

活動中に観測する項目（パラ 29）
<ul style="list-style-type: none"> (a) 海底に残された集鉱機の航跡の幅、長さ、形状、 (b) 集鉱機による堆積物または岩石への貫入深度及び側面（水平面）へのかく乱状況、 (c) 集鉱機によって採取される量と種類、 (d) 集鉱機により分離された鉱石と堆積物との比率、廃棄された物質のサイズ組成、操業プルームのサイズ・形状、プルームの軌跡と広がり、 (e) 操業プルームが広がる範囲と堆積厚と堆積物がなくなる距離、 (f) 船上から排出される排出プルームの量、含まれる粒子・濃度・組成、及び排出物の化学的・物理的特性、表層・中層または海底で放出された排出プルームの挙動

活動後に観測する項目（パラ 30）
<ul style="list-style-type: none"> (a) 操業・排出プルームにより影響をうけた場所の再堆積厚や岩石の破片 (b) 底生生物群集の個体数、多様性、堆積をうけた場所での鍵種の行動変化 (c) 採鉱海域における回復速度を含めた底生生物群集の分布、個体数、多様性 (d) 操業・排出プルームのかく乱をうけない近隣エリアにおける底生生物群集の変化 (e) 採鉱試験中の排出プルームの放出水深における海水の特性の変化と、放出水深及びそれ以深における動物相の行動変化 (f) 地形変化を示した採鉱試験後の地図 (g) 操業・排出プルームによる再堆積を受けた優占底生生物の体内金属含有レベル (h) 参照エリア（Preservation reference Area, Impact Reference Area）と試験エリアにおける局地的な環境ベースラインデータの再取得及び環境影響評価 (i) 流体流動の変化及び熱水環境の変化に対する生物の反応（もし関連あれば）、 (j) 海流の変化及び循環の変化に対する生物の反応

(4) 個々の鉱種ごとの追加情報

上述の活動後に観測する項目（全鉱種共通）に加え、鉱種ごとに追加の調査実施事項がある（パラ 31～33）。例えば、海底熱水鉱床（熱水噴出域）では分布するメイオファウナや微生物の群集構造及び生物量データ、コバルトリッチクラスト（海山城）では標本の収集及び種多様度の評価（生息基盤ごと）などが含まれている。

3. 海洋エネルギー・鉱物資源開発の環境影響評価に関する国内の動向

我が国の環境影響評価法は、海洋における鉱物資源の開発等の事業は対象としていない。

一方で、メタンハイドレートや海底熱水鉱床の開発においては、海洋基本計画（平成 30 年 5 月閣議決定）と海洋エネルギー・鉱物資源開発計画（平成 25 年 12 月経済産業省策定）のもと、環境影響の予測・評価手法の検討が進められている。

(1) メタンハイドレートの開発における環境影響の評価

- ・海洋エネルギー・鉱物資源開発計画に基づき、周辺海域等における環境への影響を予測・評価するために必要な技術開発が進められている（下図）。
- ・平成 24 年度に実施された第 1 回海洋産出試験では、試験の事前・事後を含め、約 2 年間にわたり海域環境調査等が実施された。
- ・平成 29 年度に実施された第 2 回海洋産出試験においても、同様に海域環境調査等が継続して実施されている。

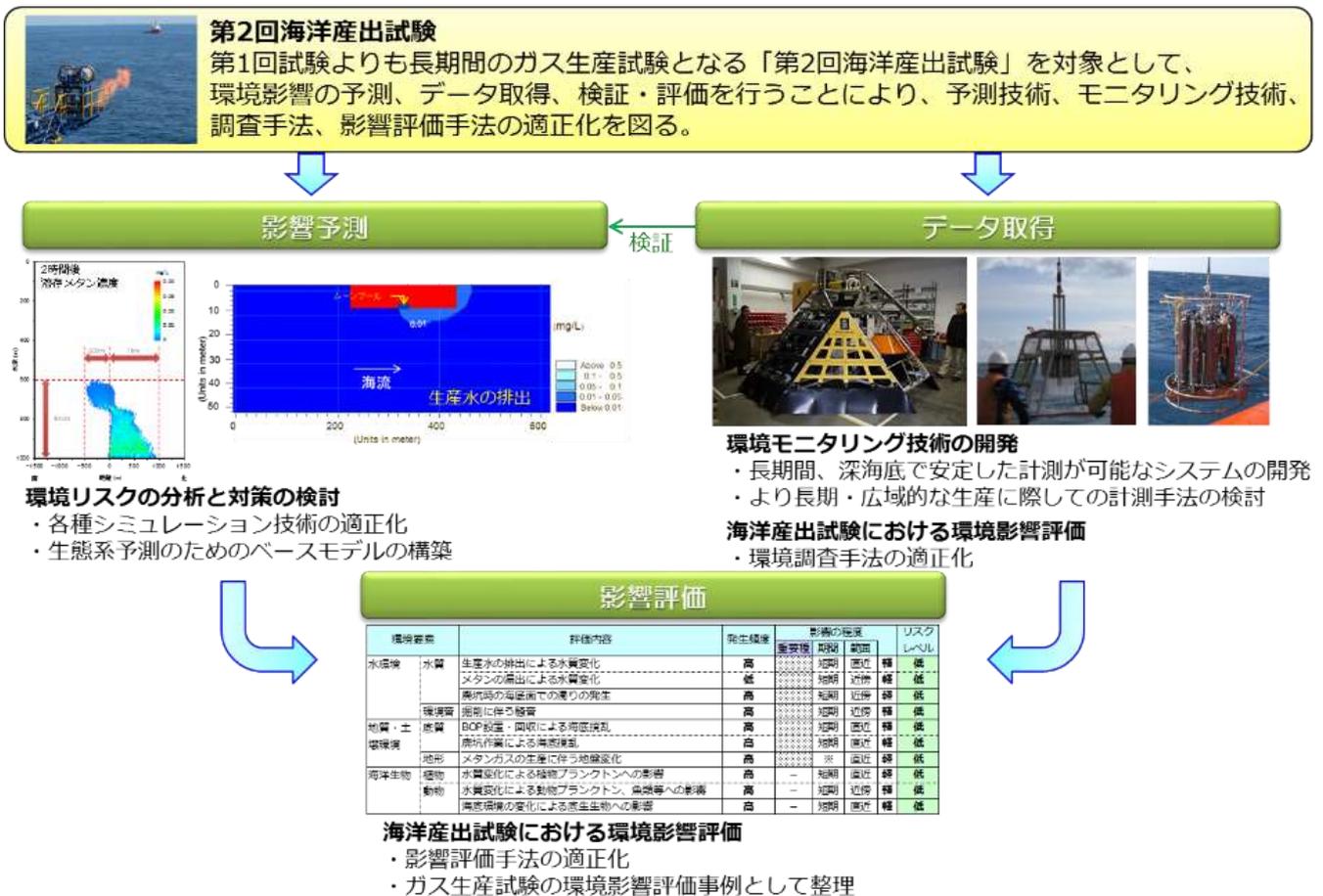


図 環境影響の予測・評価手法に関する技術開発の概念

出典：経済産業省 メタンハイドレート開発実施検討会（第 31 回）配付資料

(2) 海底熱水鉱床の開発における環境影響評価

- ・海洋エネルギー・鉱物資源開発計画に基づき、モデル海域における環境影響の予測・評価手法の確立に向けて検討が進められている。
- ・平成20年度より、沖縄海域、伊豆・小笠原海域において、生物・化学・物理的特性の把握のための環境調査を開始するとともに、環境影響予測モデルの開発に取り組んでいる。
- ・平成24年度より、沖縄近海のモデル海域での環境モニタリング調査、環境影響予測モデルの改良・検証、環境保全策として同海域内外の深海生物の遺伝子交流の確認を行うとともに、事前・事後の調査を含めたかく乱試験を実施（下表）。平成29年度にはモデル海域における環境影響の評価手法を確立。今後は、他海域への適用など、環境影響の評価手法の高度化を進めつつ、国際ルールの策定作業に貢献していくこととされている。
- ・平成29年の採鉱・揚鉱パイロット試験（沖縄近海）においても、事前に周辺環境への影響を検討し、試験中及び事後にも環境モニタリング測定を行い、環境への影響を評価した（平成29年9月26日経済産業省ニュースリリース）。

表 かく乱試験に伴う環境調査結果

生態系	調査項目	調査結果
マイクロファウナ ($<32\mu\text{m}$)	全菌数	試験直後に1部の測点の表層において僅かに増加し、半年後まで継続。1年後に元の状態へ。
	細菌群集 (16SrRNA遺伝子)	試験直後に分類群組成が変化、半年後に元の状態へ。
	ナノベントス 細胞数	試験直後と半年後は変化なし。1年後に増加傾向。
メイオファウナ ($32\sim 250\mu\text{m}$)	個体数	半年後まで変化なし。
	炭素量	試験直後に節足動物が減少し、半年後に元の状態へ。
化学・物理的 環境	調査項目	調査結果
水質	栄養塩類・金属	変化なし。
堆積物	金属	試験直後に堆積物表層でZn, Pb等の金属濃度が増加し、半年後、1年後も継続。
沈降粒子	沈降粒子量	掘採試験前後で沈降粒子は1120倍の量を観測した（試験地点から30m）。

※赤字は掘削試験の影響と判断したもの（環境域と非環境域で有意差有）

出典：(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構