

2 . 底質調査

2.1 調査目的

底質調査は、概況調査および精密調査により汚染範囲を確定するために実施する。あわせて底質ダイオキシン類対策の選定に資する。

【解説】

(1) 底質調査の流れ

底質におけるダイオキシン類濃度が環境基準値（含有濃度）を超過することが判明した場合には汚染状況を概略把握するための概況調査を行う。さらに、汚染の平面・深度方向の広がりを把握するための精密調査を行い、汚染範囲（対策範囲）を確定するとともに、底質ダイオキシン類対策の選定や工事中並びに工事完了後のモニタリングを検討するために必要な資料を得る。底質調査のフローは、図-2.1.1 に示すとおりである。

(2) ダイオキシン類濃度調査

ダイオキシン類濃度は、環境基準値が含有濃度で決められていることから、環境基準値との比較のために含有濃度を測定する。しかし、最終処分として海面埋立処分が想定される場合は、改正された海防法施行令及び環境省令等に基づき溶出濃度の測定が必要となる。

(3) 調査の実施

調査の具体的手法、分析方法、測定値の評価等の詳細は、原則として環境省の定める「ダイオキシン類に係る底質調査マニュアル(平成12年3月環境庁)」および「底質調査方法(昭和63年環境庁水質保全局)」並びに「ダイオキシン類対策特別措置法に基づく環境基準の施行について(平成14年7月22日環水企第117号、環水管第170号)」また、溶出試験方法については、「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律施行令第5条第1項に規定する埋立場所等に排出しようとする廃棄物に含まれる金属等の検定方法の一部を改正する件(平成15年6月環境省告示第68号)」によるものとする。

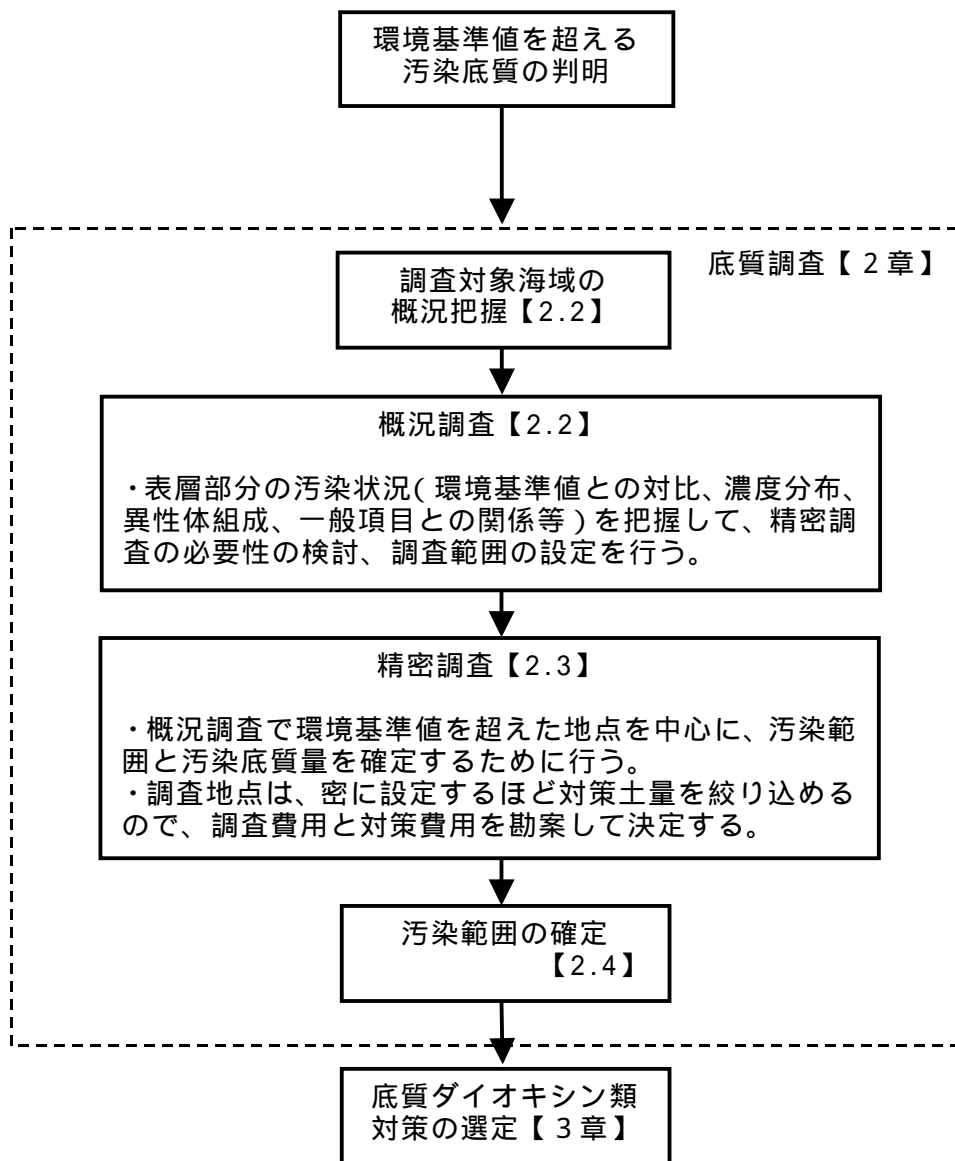


図-2.1.1 底質調査の流れ

2.2 概況調査

概況調査は汚染範囲・汚染底質量を確定するための精密調査を効率的に行うため、汚染分布の概況の把握を目的として実施する。

【解説】

(1) 調査対象海域周辺の概況把握

概況調査の調査範囲、底質の採泥地点等を検討する上では、既存調査結果から対象海域のダイオキシン類による汚染状況を把握するとともに、ダイオキシン類の発生源の状況、公害防止対策事業等の実施状況及び海底地形、流入河川、流れなどの自然的条件から対象海域へのダイオキシン類の流入、拡散、堆積等の汚染のメカニズムを概略把握する必要がある。さらに、対策範囲の検討や対策工法の選定を行うためにも、対象海域の自然的条件とともに海域の利用状況や過去に実施された浚渫の状況を把握する必要がある。

これらの調査対象海域に関する情報については、原則として既存資料等に基づき把握し、極力同一縮尺の平面図（例えば、縮尺2万5千分の1地形図）で整理し、複数の情報を重ね合わせて比較検討できるようとりまとめることが望ましい。なお、把握すべき情報については表-2.2.1のような事項が考えられる。

表-2.2.1 調査対象海域の概略把握において整理すべき事項の例

調査対象海域に関する情報		汚染状況の把握	汚染メカニズムの把握	対策範囲・工法の検討
汚染の状況	既存調査結果（調査地点、水質・底質・生物データ）			
	汚染源の位置、公害防止対策事業の実施状況等			
浚渫の状況	既存の航路・泊地等の浚渫範囲、浚渫量等			
自然的条件	地形	海底地形、流入河川		
		藻場・干潟・砂浜等		
	海象	波浪、潮汐、流れ等		
海域の利用状況	港湾区域、航路・泊地等水域施設の区域の設定状況			
	漁業権設定状況			
	養殖、冷却水等海水の利用状況			
	魚釣り、海水浴等の状況			

(2) ダイオキシン類の流入継続可能性の推定

ダイオキシン類の流入が現在も継続していると考えられる場合には、流入経路と想定される河川・水路等の既存の水質及び底質データ等を用いて、今後の流入可能性を推定する。

また、精密調査のダイオキシン類鉛直分布の結果から、ダイオキシン類の流入堆積が継続しているか否かを判断出来る場合もある。

(3) 採泥地点

調査対象海域の規模および予想される汚染の程度に応じて均等に約 1 km² 毎に採泥地点を設けるのが望ましい。港湾の地形、流入河川、排水口の分布を考慮して高濃度汚染が想定される水域では必要に応じて地点を増加する。

(4) 採取方法

概況調査では、平面的な汚染の広がりを把握するため、表層部分を対象に、エクマンバージ型採泥器又はこれに準ずる採泥器によって、原則として底質表面から 10cm 程度の底質を 3 回以上採取し、それらを混合して試料とする。

なお、浮泥が堆積している場合には、柱状採泥器等を用いて、浮泥層も含めた試料を採取する。

複数地点を連続して調査する場合には、ダイオキシン類のクロスコンタミネーション（二次汚染）に十分注意するよう、採泥器、バット等試料採取器具に付着した他地点の底質等を完全に除去する（必要に応じて洗浄を行う）。

(5) 調査項目

1) 測定項目

測定項目は、ダイオキシン類濃度（含有濃度及び海面埋立処分を検討する場合は溶出濃度）の他に、採取地点の底質の主な物理・化学的情報（含水比、粒度組成、強熱減量、有機炭素量、硫化物、ノルマルヘキサン抽出物質等から選定）を併せて分析する。

2) 採取時の測定項目等

底質の採取時には、採取日時、採泥地点（図示すること及び水深、緯度経度）、採泥方法（使用した採泥器の種類、大きさ）、底質の状態（堆積物、砂、シルト等の別、色、pH、臭気など）を直ちに目視あるいは測定して記録する。また、柱状採泥の場合は、浮泥の堆積状況も測定して記録する。

3) 試料の調製

採泥試料を清浄なバットなどに移し、小石、貝殻、動植物片などの異物を除いた後、均一に混合し 500～1,000g を密閉可能なガラス製容器に入れ、ポリエチレン袋などで密閉し、クーラーボックス等に入れ氷冷して試験室に持ち帰るものとする。なお、試料はできるだけすみやかに分析し、直ちに分析が行えない場合には、遮光した状態において 4 以下で保存することとする。

4) 測定方法

底質のダイオキシン類については、「ダイオキシン類に係る底質調査マニュアル(平成12年3月環境庁)(以下、公定法という。)」及び溶出試験方法については、「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律施行令第5条第1項に規定する埋立場所等に排出しようとする廃棄物に含まれる金属等の検定方法の一部を改正する件(平成15年6月環境省告示第68号)」に従って分析等を実施する。ダイオキシン類以外の項目については、「底質調査方法」(昭和63年9月環水管第127号)に従って測定を行う。

[参考]

(1) 強熱減量等を用いた汚染範囲の推定

ダイオキシン類は微細な粒子に付着しやすく、また有機物量の指標となる強熱減量、有機炭素量等はダイオキシン類濃度と相関が認められる場合もある。このため、ダイオキシン類濃度と底質の物理的・化学的性状との関係を求めることにより、ダイオキシン類濃度と相関の高い項目については、その分布状況を判断する指標として利用できる場合もある。ただし、これらの相関を使用する際にはデータのバラツキに十分配慮する必要がある。例えば、相関図から明らかにダイオキシン類が環境基準値を下回る有機炭素量等の区切りの値を求め、この境界値を目安に底質の環境基準への適否を検討するような、安全側の考え方によるデータの使用が望ましい。

(2) 簡易分析法の適用可能性の検討

精密調査において汚染範囲、汚染底質量等の検討を行うためには、概況調査段階においてデータが数多くあることが望ましい。

このためには、ダイオキシン類の分析において、公定法の代わりに、簡易的(簡易で安価)な分析方法(以下、簡易分析法という。)の活用も考えられる。簡易分析法としては、以下の方法が考えられる。

- ・ 公定法の手順中の前処理を簡略化する方法
- ・ 安価な分析機器(小型の質量分析計)を用いる方法
- ・ 生物の選択性を利用した分析法(イムノアッセイ法、バイオアッセイ法)
- ・ ダイオキシン類の一部分(特定の異性体)を測定する方法
- ・ 代替指標を利用する分析法

簡易分析法は、汚染の特性によって適性が異なると考えられることから、適用にあたっては概況調査の時点で汚染の実態と適用の可能性を十分に検討する必要がある。

表-2.2.2 主な簡易分析法の特徴

簡易分析法	名称	特徴
生物の選択性を利用した分析法	バイオアッセイ	分析所要時間は3~4日と短い。分析値は公定法と相関が取れる場合もある。夾雑物質の影響により、数倍から10倍程度の値の差が生じる場合が多い。製品により、性能が異なるので、公定法との確認が必要である。底質の150pg-TEQ/gを超える判定には利用できる可能性がある。
	イムノアッセイ	
代替指標を利用する分析法	TOC、強熱減量、PCB等	ダイオキシン類に占めるコプラナPCBsの割合が高い場合には、PCBが代替指標となり得る。また、ダイオキシン類が有機物、微細粒子に相対的に多く含まれることから、TOC、強熱減量も代替指標となり得る。
安価な分析機器を用いる方法	小型の質量分析計（四重極等）	高濃度試料に対応可能であり、特徴的な異性体のみであれば、測定時間が3日間ほど短縮できる。低分解能のため、クリーンアップ法の改善が必要となる。特定の汚染源に特徴的な異性体のみ測定するので、それ以外の組成はわからない。
前処理を簡略化する方法	高速溶媒抽出（測定は公定法）	湿泥でも分析可能なので、公定法で行なう風乾時間にかかる約1週間が短縮できる。抽出条件により抽出効率が変動する場合がある。

2.3 精密調査

精密調査は、概況調査の結果を基に汚染範囲・汚染底質を確定するために実施する。また、必要に応じて溶出濃度を測定し、溶出濃度基準を満足するか否かの判定を行う。

【解説】

(1) 採泥地点

1) 平面方向

精密調査の採泥地点の設定に当たっては、港湾の場合、図-2.3.1に示すように調査対象海域に100～200m格子間隔程度で設定するのが望ましい。河口部等の汚染濃度が高いと想定される場所等においては、必要に応じて適宜地点を増加するものとする。発生源が特定できる場合には、その周辺に50m程度の細かい格子間隔で採泥地点を設けることが望ましい。

運河においては、図-2.3.2に示すように幅の広い場合は50m格子間隔程度で採泥地点を設け、幅の狭い時には流下方向50m程度ごとに中央部、左岸、右岸の3地点を採泥地点とすることが望ましい。

また、採泥地点は、砂・泥等の底質の状況を勘案して決定することが望ましい。ダイオキシン類の測定にあたっては、2.2「概況調査」の[参考]で示した簡易分析法も併用して効率的に汚染範囲を確定することも検討するとよい。なお、対策を実施する判定に簡易分析法を用いることはできるが、実施しないと判定するには公定法による確認が必要である。

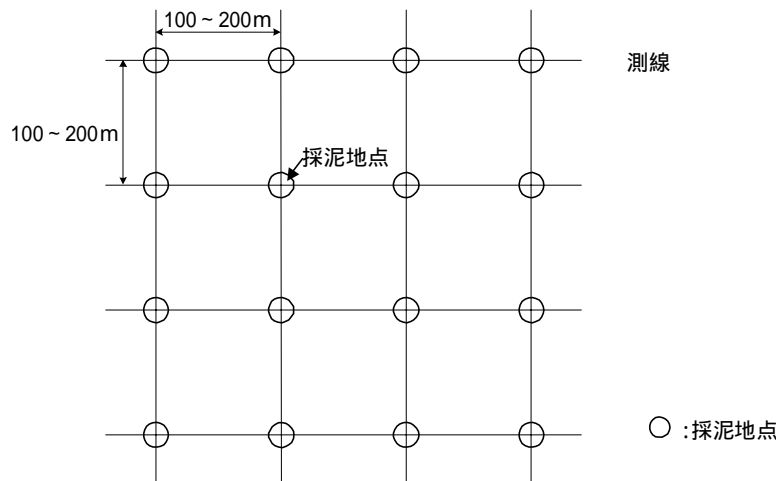


図-2.3.1 港湾の採泥地点の例

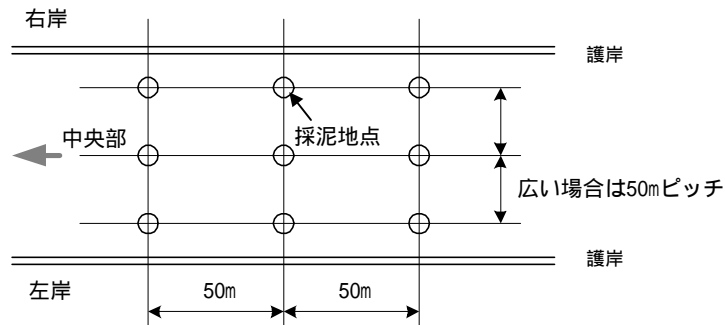


図-2.3.2 運河の採泥地点の例

2) 深度方向

表層の汚染濃度が環境基準値を超過した地点においては、表層の分布に応じて100～200m格子間隔程度で採泥地点を設け深度方向の調査を行う。河口部等の汚染濃度が高いと想定される場所や複雑な水平分布を示す場所等においては、適宜地点を増加するものとする。

深度方向の測定層は、図-2.3.3に示すように柱状試料を観察して土質・土色等（砂、シルト、黒色、灰色等）の性状により選定する場合と、一定深度（表層、0.5m、1.0m、2.0m、等）を対象に測定する場合があります。後者の場合にも柱状試料の観察から適宜測定層を選択して、その鉛直分布結果から必要に応じて追加測定を行う層を決定する。

また、後述するように、汚染範囲確定においては、環境基準値を超過する深度と環境基準値を満足する深度の垂直2等線を境界とすることから、対策等も想定して測定層を選定することが望ましい。

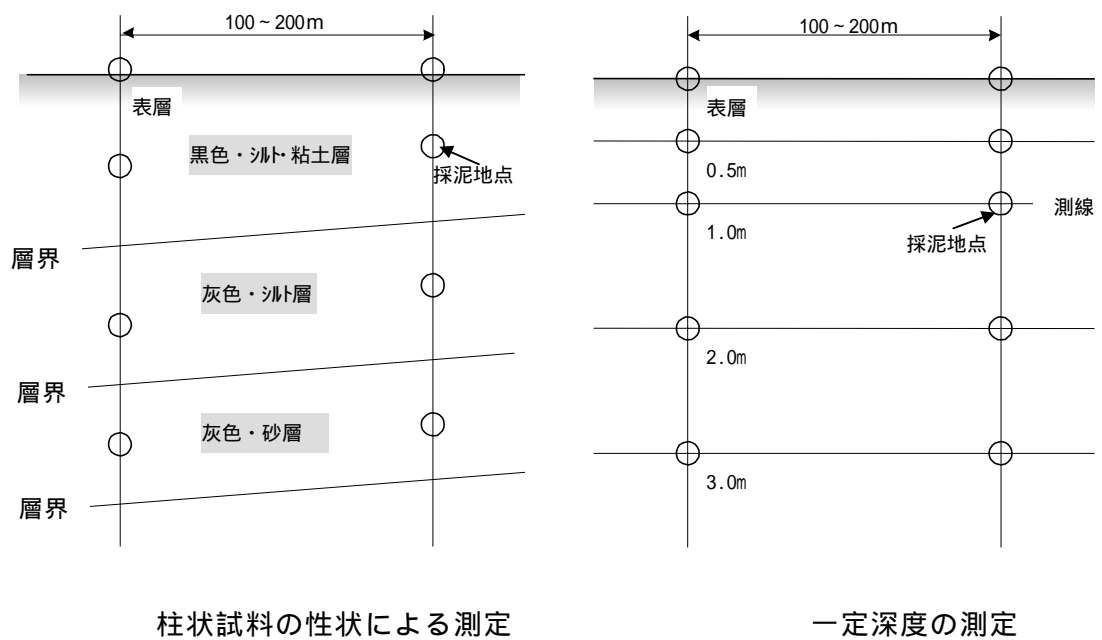


図-2.3.3 深度方向の採泥地点

(2) 溶出濃度調査

最終処分として海面埋立処分が想定される場合は、改正された海防法施行令及び環境省令等に基づき溶出濃度の測定及びその結果による判定が必要となる。この場合、含有濃度の最大値を示した試料を含む適当な数の試料について、環境省令で定める溶出濃度基準を満たしていることが確認できた場合は、当該水底土砂は基準を満足しているものと見なしうる。

また、溶出濃度基準を満足しない地点が存在する場合は、溶出濃度と含有濃度の間にそれぞれの港湾の底質特性に応じた一定の相関が見られることが多いことから、含有濃度が最大値を示す地点を含む十分な相関が確認できる地点数について、溶出濃度、含有濃度両分析を行い、その相関を用いて含有濃度の分布状況から溶出濃度の分布状況を推計することも可能である。

(3) 採泥方法

平面方向の採泥は、表層部分を対象にエクマンバージ型採泥器又はこれに準ずる採泥器によって、原則底質表面から10cm程度の底質を3回以上採取し、それらを混合して試料とする。

深度方向の採泥は、柱状採泥器により柱状試料を採泥し、各層から分析用試料を採取することとする。

(4) 調査項目

測定項目等については、「2.2 概況調査」の項目に加えて、対策を検討するために必要な土質試験（密度、液性限界、塑性限界）を汚染範囲の中から数地点を選定して行う。

(5) 鉛直分布結果の評価

鉛直分布からダイオキシン類の流入堆積が現在も継続しているか否かを評価できる場合がある。既存データによると、表層ほど高濃度となっている場合と、やや深い層で最高値となり表層に向かって減少する鉛直分布パターンがあり、前者の場合は、流入堆積の継続の可能性がある。底質の攪乱状況を見ながら適切に判断する必要がある。

(6) ダイオキシン類組成特性からみた対応

ダイオキシン類濃度が150 pg-TEQ/gを超えている場合であって、ダイオキシン類の異性体組成においてコプラナーPCBsの占める割合が高い場合、PCB濃度が底質の暫定除去基準である10mg/kgを超えている可能性があるため、併せてPCB濃度を測定するものとする。

[参考]

採泥地点の配置例としては、PCBs含有底質対策の「高松港PCBs含有底質処理・処分事業」では50m間隔で42地点調査を行い、「福山港（内港地区）港

湾公害防止対策事業」では 40～50m 間隔で 46 地点調査を行い、そのうち 200m 間隔で鉛直分布の測定を行った事例がある。

2.4 汚染範囲の確定

底質ダイオキシン類の濃度が環境基準値を超過する地点と近接する環境基準値を満たす地点との垂直二等分線で結ばれた範囲を汚染範囲とする。

【解説】

(1) 平面方向の確定

平面方向における底質の汚染範囲の確定は環境基準値を超過する地点と近接する環境基準値を満たす地点との垂直二等分線で結ばれた多角形を汚染範囲とする。図-2.4.1に平面方向における汚染範囲の確定方法の考え方を示す。この場合の近接する環境基準値を満たす地点の判定は公定法を用いた測定を行い、その結果に基づいて行う。ただし、この方法を用いた結果、周辺に汚染底質が残存する可能性があると考えられる場合は、境界付近においては調査間隔を密に行うことも検討する必要がある。

また、境界付近で調査間隔を密にする場合は、まず強熱減量や粒度分布あるいは簡易分析法を用いて絞り込みを行い、最終的に公定法を用いて汚染範囲を確定することも可能である。

環境基準値を超過する地点が点在し汚染範囲が散在する場合には、対策の効率的な実施も考慮して汚染範囲を設定する。

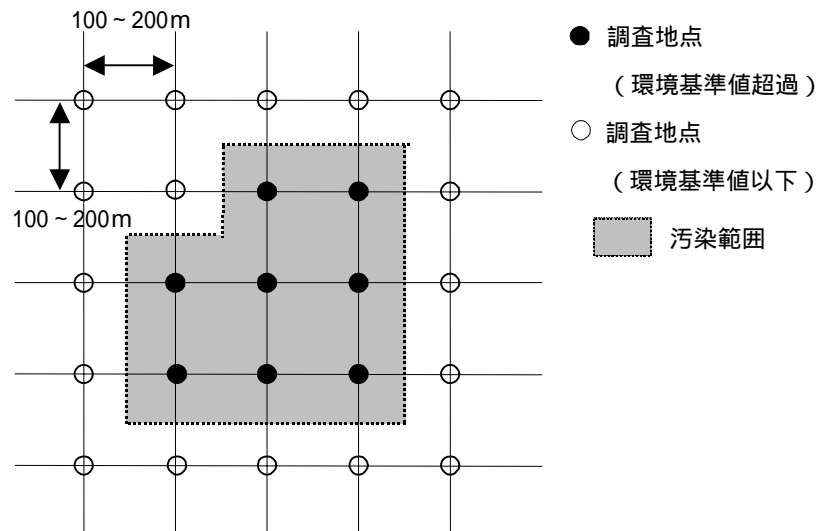


図-2.4.1 平面方向汚染範囲の確定模式図

(2) 深度方向の確定

鉛直分布の把握に当っては、環境基準値を超過する深度と近接する環境基準値を満たす深度との鉛直2等分線を境界として設定する。図-2.4.2に深度方向における汚染範囲の確定方法の考え方を示す。この場合の近接する環境基準値を満たす地点の判定は、公定法を用いた測定を行い、その結果に基づいて行う。

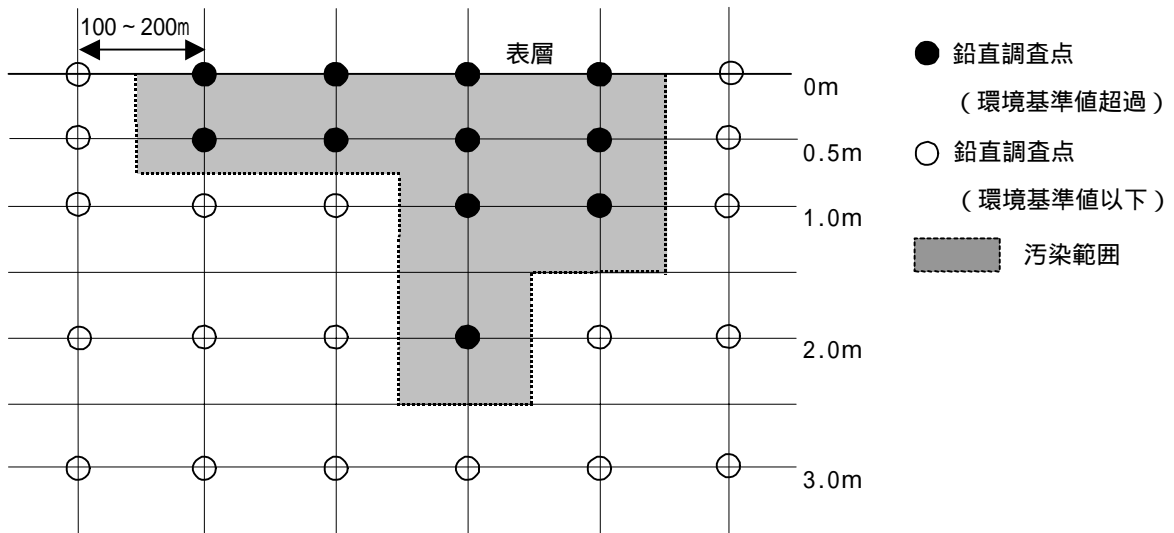


図-2.4.2 深度方向汚染範囲の確定模式図

(3) 濃度レベル毎の汚染底質量の算定

上記の水平方向と深度方向の汚染範囲の底質の体積を汚染底質量とする。対策として浚渫・掘削除去を採用する場合は、最終処分方法に照らして各濃度レベルに相当する汚染底質量を算定する必要がある。この場合、最終処分として海面埋立処分を行う場合は、環境省令による溶出濃度基準も踏まえた汚染底質量を算定する必要がある。