

学位論文の要旨

氏名	Lo, Jenepet Monteroso
学位論文題目	フィリピンの鉱山地域周辺の沿岸堆積物中の重金属の分布に関する研究

本論文は主としてフィリピンの鉱山付近で採取した沿岸の堆積物中における重金属濃度とその分布についての研究で構成されている。近年、重金属汚染は人間活動からの環境への流入の増加が主要な要因の一つと考えられている。したがって、鉱山からの流入を直接的に受ける沿岸の堆積物中の重金属濃度とその分布を明らかにすることは重要である。

第1章では研究の全体的な概論と、本研究を行った目的について述べる。また、試料採取地点についても述べる。本研究では二地点で考察を行った。それらの地点は旧銅鉱山の近くであるフィリピンのCebu湾の中西部沿岸と旧ニッケル鉱山があったNonoc島である。

第2章では、重金属分析の方法論の詳細について述べる。酸による溶解は堆積物中の重金属分析の重要な方法である。正確な試料分析のための最適な酸の混合割合を確立するために、王水-HFおよびHNO₃-HF酸混合液それぞれの浸出の強さについてマイクロ波温浸法で検討を行った。HFとHNO₃の混合液はマイクロ波を用いた条件下で検討したすべての金属に対して、高い回収率を得ることが明らかとなった。本研究の堆積物試料の分析はこの酸混合液を用いた。

第3章ではフィリピンのCebu湾中西部の沿岸の表層堆積物中の重金属分布の挙動について示す。沿岸の表層堆積物中の金属（Fe, Cu, Zn, Pb, NiおよびCo）の濃度は旧処分場と河口域付近がより高いことがわかった。これらの堆積物試料は人為起源による流入の高い影響を受けていると考えられる。旧処分場におけるコア堆積物の分析の結果、堆積物中の金属濃度は、深くなるほど増加する傾向を示した。河川堆積物中の金属濃度の分布についてもこの章で述べる。河川上流における堆積物中の金属濃度が高いことがわかった。このことは、重鉱物とその堆積物とが関連していることに起因する。

第4章ではフィリピンのCebu湾中西部の沿岸の表層堆積物中の重金属の人為的な汚染および天然の濃度について評価を行った。研究対象地域における有効なバックグラウンドは、統計学的手法を用いた。堆積物を類似した特性で集合体に分類するクラスタリング法を適用した。Cebu湾中西部の沿岸の堆積物を4つの集合体に分類した。これらの集合体は人為的変化による流入の程度の違いを示すものと考えられる。最も低い重金属濃度を示す集合体の一つは研究対象地域における金属の自然界レベルを表すものとして選択される。他の金属の標準としてAlを用いることにより、どの堆積物が標準レベルを上回るかを示す回帰直線が得られる。旧処分場の堆積物中のいくつかの金属は自然界レベルを上回るということがわかった。しかしながら、堆積物中の金属の生物学的利用能分析したところ、ほとんどの金属は生物学的利用能を示さなかった。

第5章ではフィリピンのNonoc島の表層堆積物中の重金属の分布とその挙動を示した。鉦山地域周辺で採取した堆積物中に金属が多く含まれていた。このことは鉦山の直接的な影響によるものかもしれない。しかしながら、他の採取地点の重金属の濃度はそれほど高くなかった。

第6章では、研究地域におけるバックグラウンドが存在しなかったことから、フィリピンのNonoc島の重金属の人為的汚染および天然の濃度の評価を統計学的手法により求めた。研究地域を堆積物データから3つの集合体に分類した。最も少ない金属含有量を示す集合体は研究地域の金属の標準レベルを示すものと考えられる。Feを標準として用いて、回帰直線を作成した。その結果、堆積物中のほとんどの金属について、自然界のレベルを上回るものはないことがわかった。

第7章では、研究によって得られたことについて要約する。

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第237号	氏名	Lo, Jeneper Monteroso
審査委員	主査	坂元隼雄	
	副査	楠元芳文	
		富安卓滋	
学位論文題目	A study on the distribution of heavy metals in the coastal sediments near mining area in the Philippines (フィリピンの鉱山地域周辺の沿岸堆積物中の重金属の分布に関する研究)		
審査要旨	<p>提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は、フィリピンの銅及びニッケル鉱山の影響を受けた沿岸堆積物中の重金属濃度とその分布について述べたもので、全文7章からなっている。</p> <p>第1章は序章であり、海洋堆積物に関する従来の研究の紹介と本研究の目的について述べている。また、本研究に用いた試料の採取地点を紹介している。</p> <p>第2章では堆積物中の重金属分析について前処理を中心に述べている。前処理には混酸とマイクロ波分解法を用いている。フッ化水素酸-王水、フッ化水素酸-硝酸の相互比較を環境標準試料を用いて行い、フッ化水素酸-硝酸とマイクロ波分解法が高回収率が得られるとしている。</p> <p>第3章ではフィリピンの Cebu 湾中西部の表層堆積物中の重金属 (Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Pb など) の濃度とその挙動について述べている。沿岸堆積物中の銅は、銅鉱山由来の銅が河川と海流によって異常に濃縮した地区が存在し、その堆積物中の重金属濃度の垂直分布は鉱山の活動の歴史を示していた。</p> <p>第4章ではCebu 湾中西部の表層堆積物中の重金属の評価を行っている。堆積物中の重金属濃度を4つに分類して評価している。また、鉄やアルミニウムを標準とした回帰直線を求め、人為的な汚染を知る試みをしている。また、堆積物中の重金属の生物学的な利用能についても調べているが、ここで取り上げた重金属の中では、その可能性は見出すことはできなかった。</p> <p>第5章では Nonoc 島の表層堆積物中の重金属の分布とその挙動を3つに分類して述べている。この鉱山はニッケルを主体としたもので、同鉱山周辺の堆積物にその活動の履歴が刻まれていることを示した。</p> <p>第6章ではNonoc 島の表層堆積物中の重金属の濃度と自然レベル濃度の評価を統計的な手法の一つである回帰直線を求めて行っている。その結果、堆積物中のほとんどの重金属が、自然界のレベルを超えるものはなかった。</p> <p>本研究は人為的な汚染を受けた地域を中心に行ったもので、鉱山の開発がその周辺環境の表層堆積物中の重金属の影響を知るのに役立てることができるとした。</p> <p>第7章は総括である。Cebu 湾、Nonoc 島の周辺沿岸堆積物中の重金属の分布とその挙動について自然レベルと汚染地域を比較し、統計的な手法を用いて解析した。</p> <p>以上、本論文は人為的な汚染を受けた表層堆積物中の重金属の分布の研究であり、分析法を詳細に検討し、重金属の分布とその挙動を明らかにした。本研究は分析化学・地球化学・環境化学に大きく寄与する。よって、審査委員会は博士(理学)の学位論文として合格と判定した。</p>		

最終試験結果の要旨

報告番号	理工研 第237号	氏名	Lo, Jeneper Monteroso
審査委員	主査	坂元隼雄	
	副査	楠元芳文	
		富安卓滋	

専攻の学術に関する学識並びに研究能力の確認は論文発表会における発表と質疑応答で行った。平成17年2月14日午後3時から理学部101号教室並びに11月7日午後1時30分から理学部223号教室で行った論文発表会において、主査及び副査の3名は学位申請者に対して、論文の内容について質疑応答を行った。以下に質疑応答の主なものを示す。

- 堆積物試料の分解に混酸を使用したのか？
答：種々の酸とフッ化水素酸を用いて類似の環境標準試料を分解した結果、硝酸とフッ化水素酸の組み合わせが最も高い回収率を得ることができた。
- 混酸法は既にすでに標準操作に使用されているのか？
答：EPA法で用いられている。しかし、マイクロウェーブの設定条件は異なっている。
- 重金属の形態分析の基は何か？ また、重金属の有効能は何によって決定されるのか？
答：重金属の形態別分析には交換部位と特異的に結合する重金属を使用した。また、重金属の生物有効能は極めて小さいと考えている。
- 分類法に使用したデータは生データか？
答：シルトと粘土に対しては標準化（統計的取扱）した値を使用した。
- Ibu 地点の堆積物の分析では表面が深部より濃度が低い。これは表面で金属の脱着が起こったことを意味すると考えてよいのか？
答：深部のコア堆積物中の金属の形態別測定は行っていない。表面堆積物中の金属は水との相互作用が極めて重要である。表面堆積物においては金属の生物利用能が海洋系における生体に直接に影響すると考えている。
- TOCに含まれる有機分子は何か？
答：堆積物中の有機物の種類と量に関する分析は行わなかった。堆積物中の総炭素と金属との関係を調べる目的で測定した。
- 分析の前に試料を加熱したのか？ どのような粘土鉱物が見出されたのか？
答：粘土鉱物の分析の前には試料は加熱していない。粘土鉱物の構造が変わることが考えられる。堆積物の粘土分画中にはスメクタイトやクロライトが見出された。

外国語の学力については、学位論文に関する英文の学術雑誌に掲載された論文の内容について説明を求めた結果、的確な回答がなされたことより、十分な語学力（英語）を有していると判断した。

以上のことから、3名の審査員は、申請者が博士（理学）の学位を与えるに足りる学力を有すると判定した。