



Title	内部重力波の基本特性と砕波機構に関する基礎的研究
Author(s)	平田, 健正
Citation	大阪大学, 1983, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/2339">https://hdl.handle.net/11094/2339</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・（本籍）	ひら 平	た 田	たて 健	まさ 正
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	6195	号	
学位授与の日付	昭和58年10月5日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	内部重力波の基本特性と碎波機構に関する基礎的研究			
論文審査委員	(主査)			
	教授	室田	明	
	教授	榎木	亨	教授 森川 敬信

### 論文内容の要旨

本論文は、斜面上、ならびに密度が鉛直方向に連続的に変化する波動場での内部波の碎波機構を解明し、碎波限界条件を提示することを目的としたものである。さらに、これらの解析に用いた内部波の数値モデルの応用として、中禅寺湖における湖水温の観測結果にその成果が適用され、モデルの妥当性が実証されるとともに、実水域での内部波特性について論及している。

本論文は次の5章から構成されている。

第1章では、二層界面波モデルを用いて、内部波の波速・波形・エネルギー減衰等の基本特性を論じている。さらに、波形に関する級数展開法を用いて、浅水領域での有限振幅内部波の近似解法を提案し、上・下層水深比の内部波波形に及ぼす非線型効果を明らかにしている。

第2章では、淡塩二成層密度場に斜面を設置し、これを遡上する内部波の碎波機構について可視観測により検討している。それによると、斜面上の内部波変形は底部近傍の冲向き卓越流が引き金となり、波動を底から覆すような内部波固有の碎波形態を呈することを明らかにしている。さらに碎波帯内の水粒子速度の観測結果に基づき、実験・理論の両面から碎波限界条件を提示している。

第3章では、全水深にわたり密度勾配を一定とした線型密度場において、そこに生起する内部波の碎波機構、ならびに不均質な波動場が内部波特性に及ぼす影響を明らかにしている。中でも、線型密度場では基本モード波とbackground noise との非線型共鳴干渉により、外力周波数より小さい周波数成分をもつ内部波の発達することを示し、この共鳴波の発生限界を実験・理論の両面から検討している。

第4章では、水温躍層の発生する夏季の中禅寺湖において内部波の現地観測を実施し、前章までの内部波の数値モデルを実水域に適用したところを述べている。まず、風外力に対する密度場の応答特性と、

風停止に伴う内部静振の発生機構を解明し、続いてモード構造を有する階層的内部波系と、躍層規模の内部波を抽出し、論述した数理モデルがよく実態を説明しうるとしている。

第5章は、各章で得られた成果を総括している。

## 論文の審査結果の要旨

最近、閉塞水域としての湖沼の水質保全といった強い社会的要請に応えるべく湖沼に関する水理学的研究は国際的に最も先端的な課題の一つである。特に湖沼における水循環において抑制的にはたらく温度、あるいは濁度成層の安定・不安定問題は従前から理論的に深く研究されたところであるが、完全不連続の躍層ではなく、有限の厚さをもち、かつその内で密度が連続的に変化するような現実的な多重成層場では近似理論の導入と、実験的補足が必須である。特にそのような密度場に生起する内部波の諸特性、砕波機構については綿密な模型実験による検討が求められる。

本論文はこのような現実的で複雑な密度場における内部波挙動を基礎実験により解明したのみならず、長期にわたる現地観測により、wind set-upにより励起された内部静振をとらえ、その階層的モード構造が前述の数理モデルの説明するところとよく一致することを検証した。得られた主な知見は次の如くである。

- (1) 有限振幅の二層界面内部波の解析に、波形に関する級数展開法を開発し、これが厳密解にくらべ第3近似で十分近似できることを確認したのち、振幅距離減衰率が理論的に求められ、実験値とよく合致することが示された。
- (2) 緩斜面を遡上する砕波の機構を、主として水素気泡法による可視化手法により詳細に観察し、斜面浅水化に伴う波形・波速の変化は、界面における有限厚・連続変化密度場のHolmboeモデルでより的確に追跡しうることを明らかにした。さらに斜面上の内部波の砕波は、底面近傍の冲向き卓越流が引き金になってplunging型の砕波が生起することを確認し、この現象に対応する砕波指標を実験的に提示した。
- (3) 密度勾配一定の線型密度場において生起する波束構造をもつ内部波においては水平・鉛直方向の波動規模は周波数とは無関係で外力規模に対応する任意スケールの内部波が発生しうる。そして外力周波数がブルント・バイサラ振動数付近で基本モードが、外力周波数の減少とともに5次モードの内部波が生起する。基本モード波のみを発生させる周波数帯内では波束構造をもつray waveが派生し、その発生機構は基本波とbackground noiseの非線型共鳴干渉により説明された。
- (4) 中禅寺湖における水温の長期観測の期間内に、幸運にもwind set-upによる明確な内部静振が観測され、その現地観測資料の解析から、躍層規模の小規模内部波を含む階層的構造をもつ内部波系が確認され、基礎数理モデルが実水域にも十分適用しうることが明らかとなった。

以上のように本論文は実態に近い密度場における内部波の諸特性、就中、その砕波機構と砕波限界について、理論的、実験的に解明したのみならずその成果を現地観測によって照査しており、環境水理学

に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。