



Title	Optical Characteristics of Wind-Roughened Water Surface and Application to Water Surface Thermography
Author(s)	吉森, 久
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38776
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	吉 森 久
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 3 6 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 6 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科応用物理学専攻
学 位 論 文 名	Optical Characteristics of Wind-Roughened Water Surface and Application to Water Surface Thermography (波浪のある水表面の光学的特性とその水表面熱映像法への応用)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 一岡 芳樹 教 授 樹下 行三 教 授 増原 宏 教 授 志水 隆一 教 授 河田 聡 教 授 中島 信一 教 授 興地 斐男 教 授 後藤 誠一 教 授 豊田 順一 教 授 岩崎 裕 教 授 石井 博昭

論 文 内 容 の 要 旨

本研究はランダムな水表面の光学的特性に関する理論的研究およびその応用としての水面温度画像構成法の研究をまとめたものである。

第 1 章では、本研究の背景、目的、ならびに本論文の構成、概要について述べている。

第 2 章では、在来の波浪の統計的定式化と、粗面散乱における shadowing の理論を要約している。

第 3 章では、ランダムな水表面を光学的散乱体および放射体としてモデル化する際の基礎として、時間的に定常で空間的に非一様な波浪場の新しい統計的定式化を提案している。この定式化は、空間的に一様な波浪場を記述する在来の統計的定式化の厳密な一般化である。またこの解析は、非一様な波浪場のスペクトルモデル (JONSWAP スペクトルや MITSUYASU スペクトル) に対する物理的基礎を与える。さらにランダム水表面の放射率と光散乱特性の解析において重要な、水表面勾配に関するいくつかの公式を導いている。

第 4 章では、正確な水面温度の放射温度測定において重要な、波浪のある水表面の光学的特性、特に水表面の実効放射率と実効反射率を解析的に決定している。ここで用いられた水表面モデルは、表面変位が 2 次元のガウス過程に従い、波浪の 2 次元スペクトルは、JONSWAP スペクトルによって指定されるものである。大きな観測角（遠方の海面）に対する実効放射率と実効反射率を求めるために、shadowing を考慮した幾何光学近似による粗面散乱の扱いを展開している。そして、波浪のある水表面の実効放射率は、静水面の放射率に比べて遠方の観測点において、特にその値が大きいことを示している。この傾向は、波浪が成長するほど顕著となるため、波浪のある水表面に対する最大測温距離は、静水面のそれに比べて大きくとれることを示している。また本解析は、1 次の水表面の光学特性を、風速、風向、吹送距離の 3 つの外部パラメーターで指定することが出来るため、応用面からも有用であることを示唆している。

第 5 章では、第 3、第 4 章の結果をふまえて、船上や地上に設置した塔、あるいは海に近い丘等の低高度からの水温分布測定で利用できる温度補正式を導き、さらに画像処理的手法としての水面温度画像構成法を提案している。温度補正式は、統計的に指定された波浪のある水表面と一様な大気モデルを前提としたものである。この計測法は人工衛星からの水温分布計測と比べて、計測の実時間性、空間分解能、上空の雲の影響を受けないことなどの点で有利であることを述べている。そして大阪湾において防波堤の上から行われた実海域実験について報告している。実験結果では、観測角が 85° 以上の遠方海上においても、補正された水温に対する波浪と背景の雲の影響が小さいことを確

認しており、提案した方法が将来的に実用化される可能性が高いことを示している。

第6章では、研究成果をまとめ、今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

海洋や湖の水面に対する水温分布測定は、環境問題、漁業をはじめ多くの分野で重要なテーマであり研究の進展が大いに期待されている。しかし、これまで人工衛星からの地球規模の水温分布計測は行われているものの、測定現場付近における局所的な水域の実時間水温分布計測法はなかった。本論文は、波浪のある水面の統計的記述および波浪のある水面の光学的特性の研究を通して、波浪のある水面の水温分布を低高度の観測点から測定する方法の実現可能性を追求した一連の研究成果をまとめたもので、その成果を要約すると次の通りである。

- (1) ランダムな水表面を光学的散乱体および放射体としてモデル化する際の基礎として、時間的に定常で空間的に非一様な波浪場の統計的定式化の方法を提案している。この定式化はそれ自体、在来の波浪の統計的定式化より広い適用範囲を有しており、海洋物理学や海洋気象学への貢献も大きい。さらにランダム水表面の放射率と光散乱特性の解析において重要な、水表面勾配に関する多くの公式を導いている。
- (2) 正確な水面温度の放射温度測定において重要な、波浪のある水表面の実効放射率と実効反射率を定義し、shadowingを考慮して解析的に決定する方法を提案している。そして、波浪のある水表面の実効放射率が、静水面の放射率に比べて大きな観測角に対応した遠方の観測点において、特にその値が大きいことを示している。この結果は、船の上などの低高度からの水温分布測定が現実的な射程にあることを示唆している。また、実効放射率と実効反射率は、測定現場において決定可能なパラメーターによって指定することが出来、応用面からも有用であることを示している。
- (3) 船上や地上に設置した塔、あるいは海に近い丘等の低高度からの水温分布測定で利用できる温度補正式を導き、さらに新しい計測法として水面温度画像構成法を提案している。この計測法は人工衛星からの水温分布計測と比べて、計測の実時間性、空間分解能、上空の雲の影響を受けないことなどの点で有利であることを示している。そして提案した方法の有効性を実海域実験によって確認している。さらに残された問題について検討を加え、提案した方法が将来的に実用化される可能性が高いことを示している。

以上のように、本論文は、波浪のある水面の水温分布測定を低高度から行うことのできる熱映像システムの実現可能性に関して、非一様な水表面の統計的定式化、shadowingを考慮した水表面の実効放射率と実効反射率の決定、新規な水面温度画像構成法の提案などの多くの有益な知見を得ており、応用物理学、特に海洋学、環境計測学の発展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。