

## 1. 序論

地球環境を守ろうという意識がここ 10 年くらい、世界中で非常に高まっている。今や「地球環境」という言葉は科学分野のみならず、政治・経済分野においてもキーワードとなり、私たちの生活にも随分馴染んでいる。

地球環境を守るには、まず地球の様子を知る必要がある。人工衛星や航空機に搭載された観測機器で得られたリモートセンシングデータは、地球の様々な状態を大局的に捉える手段として、大変貢献してきたものの一つである。その有効な利用法の一つに、洪水災害の観測がある。

宇宙からの洪水観測としては、従来、可視・赤外線センサや熱赤外線センサが主に使用されていた。可視域センサの画像は空間分解能が高く、また、人間の目で見える様子とほぼ同じで違和感が無いため、今でも最も一般的に利用されている。しかし、雲がある時や夜間は地表の様子がわからず、水域と陸域の区別もわかりにくいという欠点がある。水域と陸域の区別が容易な赤外線センサと、夜間でも地表の様子がわかる熱赤外線センサを併用することで、洪水観測手段はかなり向上するのだが、それでも雲の影響は免れない。当然のことながら、洪水発生地域では雲のかかっている確率が非常に高いので、雲を透過する周波数帯のセンサが望まれることになる。

そこで、雲の有無や昼夜に関わり無く地表を観測するためには、大気中の透過率が高いマイクロ波波帯（約 300GHz 以下の周波数帯域）の利用が考えられた。そして、特に能動型マイクロ波センサである合成開口レーダ（SAR）は、空間分解能が可視域センサと同程度の 20 m 前後を実現しているため、数 km から数十 km 程度の規模の洪水観測に有効であることが示された（Richards 1987）。しかし、SAR はデータ量が非常に多く、運用上からも経済上からも、全世界の常時観測は現実的ではない。

一方、データ量が少なく、現時点でも全世界の常時観測がほぼ可能なシステムが構築されている受動型マイクロ波センサであるマイクロ波放射計データを洪水観測に応用した研究としては、洪水インデックス（FI）を考案して洪水域を検出するものが報告されている（Jin 1999）。しかし、空間分解能が数十 km のオーダーと大変低いためか、実際的な研究例はそれ以外には見当たらない。もともと、マイクロ波放射計は、海域の海面水温、海上風速、海氷分布、大気中の水蒸気量、雲水量、陸域の積雪水量、積雪深等のデータを得ることを主目的に開発され



たセンサである。従って、マイクロ波放射計を用いた従来の研究としては海洋に関するものが多く、例えば、海氷の密接度についてや、海面風速についての研究がなされている (Wentz 1997, Varma et al. 1998)。

だが、マイクロ波帯の放射率は、水面からと土壌等の固体表面からとでは、著しい差異が認められる。この違いを利用すれば、センサの空間分解能が低くても、洪水面積が定量的に実用レベルで検出できるかもしれない、と考えて、マイクロ波放射計データを洪水観測に応用してみた。その一連の研究をまとめたものが、本論文である。

この研究では、洪水による災害の多い地域における水に覆われる面積 (湛水面積) の推定方法を新しく考案した。これを最初に洪水観測に応用したのが、1987年に打ち上げられた我が国初の国産海洋観測衛星 (Marine Observation Satellite ; MOS) 搭載マイクロ波放射計 (Microwave Scanning Radiometer ; MSR) データを使ったもので、1988年から1990年のバングラデシュでの洪水変動を扱った (田中ら 1991)。

次に、1998年夏に発生した中国の大洪水について米国防省気象衛星搭載の Department of Defense Meteorological Satellite Program - Special Sensor Microwave/Imager (DMSP-SSM/I) データを用いて洪水状況を解析した (Tanaka et al. 2000)。ここでは、MOS/MSRの場合と同様の手法が異なるマイクロ波放射計でも使用できるかどうか検討した。

さらに、同じく DMSP-SSM/I データを用いて、代表的なアジアの洪水・干ばつを繰り返す地域であるトンレサップとメコンデルタの洪水状況について、1997年から1999年にかけて解析した (Tanaka et al. in printing)。ここでは、参照データ設定方法等の詳細な検討を行った。

マイクロ波放射計データを用いた陸域での洪水状況観測手法を考える上で、海洋表面に関する研究手法は、たいへん有用である。実際、陸域での湛水面積算出の手法は、海域での海水の密接度を求める手法と逆の概念である。

なお、ここでは、特に熱帯地域及び夏季の中緯度地域における洪水状況を解析することに絞った。高緯度地域では陸域の気温が低くて水との輝度温度差が小さくなるため、湛水面積算出の精度が下がると予想されるからである。また、冬季の中・高緯度地域で積雪がある場合には、雪の放射率が水とは異なる振るまいをするので、これも対象外である。しかし、現実問題として、洪水に定常的に苦しめられるのは熱帯から温帯地方に多い。

今や、マイクロ波センサを用いて洪水状況の監視をするという方法は、マイクロ波センサの



陸域利用の主要な方法の1つになったと言えよう。

本論文の構成は、この序論を含めて8章から成っている。

第2章では、マイクロ波放射計の観測原理について説明する。

第3章では、湛水面積率の推定方法について述べる（田中ら 1991、Tanaka et al. 2000、Tanaka et al. in printing）。

第4章では、MOS/MSR を用いて、代表的な洪水地域であるバングラデシュの洪水を1988年から1990年にかけてモニタリングした事例を示す（田中ら 1991）。

第5章では、DMSP-SSM/I センサデータレコード(SDR)データを用いて、1998年夏に発生した中国東部の大洪水を解析した事例を示す（Tanaka et al. 2000）。

第6章では、同じくDMSP-SSM/I を用いて、代表的な洪水地域であるトンレサップとメコンデルタの洪水を1997年から1999年にかけてモニタリングした事例を示す（Tanaka et al. in printing）。

第7章では、DMSP-SSM/I を用いて、世界最大の人工湖であるガーナ・ボルタ湖の湖水面積を推定した事例を示す。

そして、第8章に結論を述べる。