

	ふじわら かずひこ
氏名（本籍）	藤原 和彦 （宮城県）
学位の種類	博士（情報科学）
学位記番号	情博第281号
学位授与年月日	平成16年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科、専攻	東北大学大学院情報科学研究科（博士課程）情報基礎科学専攻
学位論文題目	NOAA画像を用いた朝鮮半島地域における植生指標の変動及び火災解析に関する研究
論文審査委員	（主査） 東北大学教授 工藤 純一 東北大学教授 伊藤 耿一 東北大学教授 川村 宏 （理学研究科）

論文内容要旨

第1章 序論

気象衛星 NOAA を用いてリモートセンシングを行う場合、同一地点の環境の変化を観測するためには観測地点のずれが大きな問題となる。これは衛星の仕様上、地表の様子を観測した時点における衛星の位置や姿勢などの情報が得られないため、観測位置が正確に予測できないためである。気象衛星 NOAA の運用元であるアメリカ海洋大気庁では、1日に1回衛星の位置を予測するための基準位置の情報を公開しているが、衛星の姿勢に関する情報がないため、衛星の位置が正確に予測できても観測位置の予測の精度はあまり良くない。そこで、長期間にわたって環境の変化を観測するために、精度のよい幾何補正方法の開発が求められている。

朝鮮半島には、古来より焼き畑農業で生計を立てている「火田民」と称される農民がいる。北朝鮮、韓国の両国で、焼き畑農業は認められていないが、実際には現在も存在しており、森林の破壊や煙など、焼き畑農業が環境に与える影響は少なくない。また、認められていない農法であることから、公式な統計資料などが存在しないため、各国における焼き畑農業の実態は不明である。衛星を用いたりリモートセンシングによる火災解析は、中国北部やシベリア地域など、様々な地域で行われている。衛星から焼き畑農業による火災を検出することができれば、焼き畑農業の実態の調査に非常に有用である。以上から、朝鮮半島における火災解析が期待される。

そこで本研究では、衛星画像を用いて長期間にわたって植生指標の変動の観測、火災検出を行い、衛星から観測される環境の変化を解析する。

第2章 幾何補正アルゴリズム

衛星画像を用いて長期間にわたる同一地点の観測を行う場合、第1に観測位置の精度が大きな問題となる。気象衛星 NOAA では、毎日公表される基準位置の情報から衛星の位置を推測することで、各画素の観測位置を推定する。しかし、基準位置の情報に誤差が含まれていたり、衛星の姿勢に関する情

報がないため、推定される観測位置にずれが生じる。このため、各画素の観測位置を精度よく対応させることが必要になる。衛星の位置を推定する際の誤差によるずれは、衛星の進行方向のずれとして現れる。また、衛星の姿勢によるずれは、衛星の進行方向のずれ、進行方向に垂直な方向のずれ、そして回転のずれとして現れる。このように、観測位置のずれは非常に複雑なものとなるため、衛星画像と観測位置の間には基準となる位置がない。そこで、海岸線などの衛星画像から明確に判別できる地形を基準地点として利用して幾何補正を行うことになる。第 2 に、AVHRR センサでは、地表からの反射を観測するチャンネル 1、チャンネル 2 が時間の経過に伴い性能が劣化していく。長期間にわたって観測を行うためには、観測時期の異なるデータにおける観測値の変化を補正する必要がある。そこで、本研究では、これらの問題点を解決する幾何補正方法を提案する。

提案する幾何補正方法では、衛星天頂角によってデータを選別し、精度のばらつきを抑える。また、岩渕の方法を利用した経年変化によるセンサ劣化の補正を行い、観測値の変動を抑える。幾何補正処理では GCP を用いたテンプレートマッチングを用いる。提案方法では、GCP と衛星データのマッチングを単純化することで処理の高速化を図っている。提案方法による幾何補正結果は、画像ごとの精度のばらつきが非常に小さくなった。また、従来の方法と比較して高い精度を示している。

第 3 章 衛星間のセンサ特性の補正

AVHRR センサの観測波長帯およびそのスペクトル特性は、衛星ごとに若干の違いがある。観測波長帯が異なることで、同じ特性を持つ地点を観測した場合でも観測値が異なり、観測値の比較ができない。そこで、異なる衛星のデータを比較可能にするために、スペクトル特性の違いを吸収するための補正を行う。本研究で利用した 3 つの衛星において、チャンネル 2 では各衛星とも観測波長帯に違いがほとんどないが、チャンネル 1 では NOAA-16 号の観測波長帯が他の 2 つの衛星と比較して観測波長帯が狭い。この違いにより、NOAA-16 号では植生の盛んな地点において他の 2 つの衛星より NDVI が高くなる。そこで、年ごとの植生の変動が少ない針葉樹林地帯において各衛星のチャンネル 1 の観測値を収集し、補正パラメータおよび補正式を求めた。求めた補正式による補正結果では、異なる衛星間におけるデータの比較が可能となった。

第 4 章 長期間にわたる植生指標の変動の解析

本章では、朝鮮半島の穀倉地帯において長期間にわたり植生指標の変動を解析した。14 年間にわたる解析から、植生指標の変動パターンを解析し、通常年と異なる変動を示した年を求めた。異なる変動を示す年には、冷害や干ばつなどが発生しており、農作物が十分に生育しなかったことが考えられる。このような変動が、特に夏期において植生があまり活性化しなかったことが衛星画像からも観測することができた。

現在、FAO（国連食糧農業機構）では SPOT 衛星の画像を用いて朝鮮半島の植生の変化を観測している。しかし、観測データが 1999 年以降しかなく、過去に遡った解析を行うことができない。そこで、過去の膨大なデータを所有する NOAA 衛星のデータを SPOT 衛星のデータとの比較に利用する。これにより、SPOT 衛星のデータを利用して解析を行う際にも、過去に遡って解析を行うことが可能となった。本章で利用した NOAA 衛星のデータは食糧に関連する植生解析のために現在も FAO へ提供を続けており、社会への大きな貢献を果たしている。

第5章 朝鮮半島における火災解析

朝鮮には焼き畑農業により生計をたてている「火田民」と呼ばれる農民が千年以上前から存在し、耕地を転々と変えながら移動生活を送ってきたが、現在は朝鮮半島の両国において焼き畑農業は禁止されている。しかし、実態は現在でも両国ともに火田民は存在し、韓国では文化的遺産として一部で注目を集めており、北朝鮮においては、中央の統制が機能しにくくなっている現状において、特に統制が行き届かない地域で焼き畑農業が行われている。このような現状から、焼き畑農業に関する公式な統計資料などが無いため、詳細は不明である。衛星画像から焼き畑農業の火災を検出することができれば、実態の調査に非常に有用である。そこで、本章では朝鮮半島において火災解析を行った。火災検出方法は、細井の提案する2次元ヒストグラムを用いた。この方法による火災検出は、火災発生地点の検出精度を落さずに、従来の方法での大きな問題点であった雲や湖などに対する誤検出を解消した非常に精度の高い火災検出方法である。

朝鮮半島において14年間にわたり火災解析を行い、シベリア地域ヤクーツク周辺で発生した森林火災との比較から、朝鮮半島における火災の特徴を調べた。その結果、ヤクーツク周辺では乾燥する夏期を中心に火災が発生しているが、朝鮮半島では火災の発生が特に春期に集中していた。また、焼失跡の植生の回復状況を比較すると、森林火災から1年が経過しても植生の回復が見られないヤクーツク周辺と比べ、朝鮮半島では、火災の発生から3ヶ月後には火災の発生していない年の植生指標と同等まで回復しており、植生の回復が非常に早いことがわかる。これらのことから、衛星画像から観測できる朝鮮半島の火災は、焼き畑農業による火災を検出している可能性が高いと考えられる。

第6章 結論

本論文の第2章、第3章で提案した方法は、衛星画像を利用して長期間にわたり同一地点の観測を可能とする方法である。本研究が、植生解析をはじめとする様々な研究、開発などにおける産学的、学術的問題解決の一助となれば幸いである。

論文審査の結果の要旨

最近、朝鮮半島地域の環境問題に関心が高まっている。しかしながら、現地での確認が困難な地域や広範囲にわたる環境監視には、リモートセンシングによる環境解析が必要である。著者は、環境変化の重要性に着目し、衛星画像処理の観点から長期間にわたる環境解析方法を研究した。本論文は、その成果をまとめたもので全文6章よりなる。

第1章は序論であり、本研究の背景及び目的を述べている。

第2章では、衛星画像処理の第一段階において、同一地点の観測を可能とするための幾何補正アルゴリズムとして、陸域と海域をもとに自動で基準位置を求め、精度良く観測位置を補正する方法を提案している。その結果、提案方法は精度のばらつきが小さく、従来の方法と比較して高い精度であることから、本方法が有効であることを示している。

第3章では、衛星ごとに微妙に異なるセンサ特性の補正を論じている。その結果、3世代にわたるNOAA衛星間において植生指標の比較を可能としている。これは、衛星画像を用いた長期間にわたる環境解析への応用上重要な成果である。

第4章では、前章までの知見をもとに、朝鮮半島地域の穀倉地帯において14年間にわたり植生指標の変動を解析し、冷害や干ばつなどとの関連について考察を行っている。その結果、通常の年との比較から、植生への影響を衛星画像からも観測できることを示している。

第5章では、環境解析の応用として朝鮮半島地域における火災解析を行い、シベリア地域における森林火災との比較から、同地域の火災の特徴を求めている。その結果、火災が春期に集中して発生していることや焼失跡における植生の回復が早いことから、同地域における火災は、焼き畑農業による火災の可能性が高いことを考察している。これは、実態の詳細が不明な朝鮮半島地域における焼き畑農業の調査を行う際に極めて有用な成果である。

第6章は結論である。

以上要するに本論文は、朝鮮半島地域において、長期間にわたる環境解析を行うために精度よく観測位置を補正する方法を提案し、植生指標の変動及び火災解析に応用したものであり、リモートセンシング工学および情報科学の発展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士(情報科学)の学位論文として合格と認める。