HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on the effects of anthropogenic activities and climate change on atmospheric environment by remote sensing technology [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	殷, 帥
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第13143号
Issue Date	2018-03-22
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/70152
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Shuai_Yin_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　博士（農学）　　氏名　殷　帥

審査担当者　主　査　准教授　王　秀峰
副　査　教　授　鮫島　良次
副　査　客員教授　廣田　知良
副　査　准教授　谷　宏

学　位　論　文　題　名

Study on the effects of anthropogenic activities and climate change on atmospheric environment by remote sensing technology

（リモートセンシング手法を用いた人間活動と気候変動が大気環境に及ぼす影響に関する研究）

本論文は 6 章からなり，図 38，表 11，引用文献 250 を含む 162 ページの英文論文で，参考論文 2 編が添えられている。

現在，グローバルな環境変化が益々重要な研究課題になっており，人間活動は大気環境の変化の主な影響要因として注目されている。特に発展途上国において都市化，工業化などの急激な進行に伴う大気質の悪化が著しく現われている。一方，気候変動と大気環境は複雑な関係を持っており，CO_2 など温室効果ガス濃度の上昇は地球温暖化の原因となるだけでなく，オゾンなどの大気組成に影響を与え，大気汚染を加速させる。

本研究は，人間活動と気候変動が大気環境に及ぼす影響を解明することを目的とし，(1) 人間活動の影響について，中国における作物残渣燃焼と $PM_{2.5}$ 濃度変化の空間分布を調べ，さらに深刻なスモッグが進んでいる北東部での形成条件を検討し，(2) 気候変動の影響について，森林火災などが発生しているインドネシアにおける CO_2 濃度変化および影響要因を解析し，エルニーニョ・南方振動イベントによるオーストラリアの CO_2 濃度と降水量の空間変化に関する解析を行った。

1. 人間活動の影響について，MODIS データを用い，中国全地域を対象として 2014 年と 2015 年の日別作物残渣燃焼スポットを抽出し，ピクセル化などの手法を利用して，燃焼分布マップを完成した。また，2014 年と 2015 年の日別大気質データをクリギング補間して，日別と月別の $PM_{2.5}$ 分布図を作成した。解析の結果，作物残渣燃焼は季節的なパターンで発生し，その時・空間分布は農作業と密接な関係を示した。研究対象期間の全地域から見ると，$PM_{2.5}$ 濃度は西部や南部より東部と北部で高く，夏と晩秋に $PM_{2.5}$ は作物残渣燃焼から 2~3 日ないし 1 週間遅れて変化する傾向が見いだされた。全地域において，作物残渣燃焼による $PM_{2.5}$ の上昇効果は夏より晩秋に強かった。さらに，年度別の比較により，作物残渣燃焼スポット数の変化が地域の $PM_{2.5}$ に影響することを明らかにした。

2. 本研究では，中国北東部において，複数の衛星データ，気象データおよび地上観測の大気質デ

ータを用い，2015 年 10 月～11 月に発生した $PM_{2.5}$ 汚染のエピソードを調べた。汚染の発生期間における空気成分の日別変化および空間分布を検討し，3 回のエピソードにおいて $PM_{2.5}$ の発生源は異なっていたことが判明した。また，MODIS データから得られた作物残渣燃焼スポットおよび $PM_{2.5}$ などの空気成分変化の解析により，作物残渣燃焼は地域の汚染に大きく寄与していると結論づけた。11 月 8 日の作物残渣燃焼からの一次粒子と特別な気象条件によって形成された二次粒子および粒子輸送は，最も激しい汚染の発生原因であったと確認された。MODIS-エアロゾル光学的厚さ，OMI-エアロゾル吸収光学深度，OMI-UV エアロゾル指数および MOPITT-CO データを地上観測データセットと検証し，有意な相関および空間的な一貫性が存在していることを証明した。

3. 炭素観測衛星-2（OCO-2）データを利用し，インドネシアの CO_2 濃度に対して潜在的な影響を及ぼす海面温度（SST），森林火災および植生変化を検討した。2014 年～2016 年，インドネシアにおける CO_2 濃度の増加が示され， CO_2 濃度は海岸周辺の SST 変動に直接的な影響を受けることが判明した。CO_2 濃度と SST は同様なパターンが表われ，正の相関性を示した。2015 年に最も長く燃焼を続けた森林火災により，全地域の CO_2 濃度上昇は引き起こさなかったが，関連する島々の CO_2 濃度は増加傾向を示した。森林火災の発生時，すなわち 2014 年 9 月～10 月にはカリマンタン島の CO_2 濃度が上昇し，2015 年 9 月～10 月にはカリマンタン島とスマトラ島の CO_2 濃度も上昇した。

4. 温室効果ガス観測技術衛星（GOSAT）と OCO-2 衛星を用いて，2009 年 6 月～2016 年 12 月，オーストラリアにおける CO_2 濃度の時・空間変動，また気象要因，気候タイプおよび土地被覆を考慮し，CO_2 濃度と降水量の変化を関係づけて，相互の影響を解析した。解析結果によると，中部での CO_2 濃度の空間分布は他の地域より高く，直接に地域降水量の影響を受けたことが推定された。また，Köppen-Geiger 気候分類を利用し，海岸周辺の SST，降水量および土地被覆タイプなどが地域の CO_2 濃度に影響を与えることを明らかにした。さらに，4 つの Niño ゾーンで現われた異常な SST とオーストラリア全体の降水量との関係を調べた結果，強い相関性が示された。ラニーニャ期間において，CO_2 濃度の増加は鈍く，降水量は増加した。エルニーニョ期間において，CO_2 濃度の増加は加速し，降水量は減少した。

本研究は，リモートセンシング手法を用い，温室効果ガスデータおよび地上観測データなど種々なデータリソースと結合することで，人間活動や気候変動が大気環境に及ぼす影響を解析し，大気成分の時・空間分布を明らかにした。本研究の結果は大気変化メカニズムの解明に貢献でき，人類生存環境を改善するための措置や政策の決策などに重要な情報が提供できると期待される。

よって，審査員一同は，殷 帥が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。