

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月19日現在

機関番号：53301

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2008～2012

課題番号：20254001

研究課題名（和文） 高解像度衛星データ活用のための東アジアの植生調査

研究課題名（英文） Environmental monitoring in East Asia using high spatial resolution satellite.

研究代表者

村本 健一郎（MURAMOTO KEN-ICHIRO）

石川工業高等専門学校・校長

研究者番号：70042835

研究成果の概要（和文）：最近、東アジア地域では人間の活動および環境の影響によって植生が急激に劣化しているといわれている。リモートセンシングは様々な解像度で広域の環境を観測できるが、手法論や精度などの面で克服しなければならない問題もあり、リモートセンシングを十分に活用するためには地上調査もまた必要不可欠である。スペクトル反射を地上と高解像度衛星を同期して測定した。調査は日本、韓国、台湾、ロシア、タイで行った。

研究成果の概要（英文）：Even though vegetation varies largely in spatial and temporal scales, there are signs of rapid degradation in East Asia due to human activities and environmental effects. To monitor environmental characteristics, research was conducted by using several kinds of measuring systems and satellite imagery. Although remote sensing is a useful tool for obtaining data over large areas, there are problems in methodology and accuracy to overcome for the technique to be utilized successfully. Therefore, it is emphasized that in situ observation remains essential when applying remote sensing techniques. Spectral reflectance in the solar spectrum was measured synchronously and compared near ground and a high spatial resolution satellite. Test sites were located in Japan, Korea, Taiwan, Russia and Thailand.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	10,400,000	3,120,000	13,520,000
2009年度	6,400,000	1,920,000	8,320,000
2010年度	7,500,000	2,250,000	9,750,000
2011年度	6,200,000	1,860,000	8,060,000
総計	30,500,000	9,150,000	39,650,000

研究分野：計測工学

科研費の分科・細目：

キーワード：現地植生調査、高解像度衛星データ、グラントルース、東アジア、広域植生解析

1. 研究開始当初の背景

東アジアの地球環境問題の中で、特に植生

劣化は急速に進行しているといわれている。中国では森林衰退による砂漠化が進み、その

結果として黄砂飛来の日本への回数が増え、影響も深刻になってきていた。一方、日本では1930年代からナラ枯れの散発的な被害の報告があったが、1980年代末以降に各地に広がり、被害が深刻になっていった。さらに、2004年夏に韓国北部でナラ類集団枯損と類似のモンゴリナラ被害が発生した。またロシア沿海州でもナラ枯れが拡大する兆候がみられていた。

森林植生の広域の変化を長期的かつ定量的に観測するには衛星を用いたリモートセンシングが有効である。しかし、これまでの衛星画像は数m程度の解像度のものしか入手することができず、森林調査には限界があったが、近年、高解像度衛星画像が一般にも入手できるようになり、これまでは現地調査でしか測定できなかった項目の中で、高解像度画像を用いることにより、衛星データからも可能になる測定が期待できるようになった。

すなわち、東アジアで急速に進行している植生劣化の詳細な調査が求められている時期に、高解像度衛星画像が入手できるようになり、衛星データを植生調査に適用すれば、この分野の研究に寄与できると着想するに至ったというのが研究開始当初の背景である。

2. 研究の目的

近年、衛星リモートセンシング技術の発達 は著しく、特に現地調査に匹敵する解像度 (1m) を有する高解像度衛星からの画像が取得されるようになったが、そのデータは十分に活用されていないのが実状である。本研究では衛星データだけを用いて、現地調査と同等の地上植生データの取得を可能にするためのグランドトゥースの確立を目的とする。現地植生調査は、近年、特に被害が深刻になっているナラ枯れを主な対象とし、衛星画像の適用の拡大を目指して、観測環境の整備されている日本の大学の演習林では詳細な調査を実施し、東アジアの各地では、持ち運び可能な観測機器を用いて調査を実施することとした。これにより、衛星データを用いた地上解析の精度・信頼性を向上させ、広範囲にわたり定期的かつ定量的な植生解析が可能となることを目指した。

3. 研究の方法

- (1) 現地植生調査により作成した樹冠投影図と高解像度衛星データを画像解析して抽出した樹冠とをマッチングさせ、衛星データから地上の植生を解析する手法を開発した。また、地上植生データを取得するために、魚眼デジタルカメラを使って林床から林冠を全天撮影する樹

木計測実験を行った。高分解能衛星データと樹木単位の位置合わせを行い、地理情報システムとコンピュータグラフィックスの技法を利用して、これらの森林データを可視化するシステムを構築した。

- (2) 東京大学北海道演習林におけるカラマツハラアカハバチによるカラマツ類の食害について、落下物林床トラップによる糞採取調査および土壌中の繭採取調査を継続的に行った。同時に、魚眼カメラによる林冠の全天撮影実験を複数地点の林床で実施し、毎年6月と10月撮影の画像を比較することによって、カラマツ各個体の被食度を推定した。
- (3) 韓国でナラ枯れの現地調査を行い日本との差異を検討した。
- (4) 東アジアの研究者を招聘して、森林植生に関する国際シンポジウムを開催し、最新研究成果に関する情報交換と衛星データの活用方法に関して意見交換した。
- (5) ロシア沿海州のシホテアリニ山脈周辺で拡大しているナラ衰退現象の現地調査をロシアの研究者とともに実施した。
- (6) タイのランパーン周辺の竹林の枯死現象について、タイのチェンマイ大学の研究者と共同でダム建設後の森林に対する影響の現地植生調査を実施した。現地植生調査に際しては、樹木の種類、枯死した年度、樹木の位置の位置計測を記録しつつ、衛星データとの対応付けを行い、グランドトゥースとしてデータを収集した。また、合わせて現地研究者と情報交換し、今後の衛星データの活用方法および交流に関して意見交換した。
- (7) 東北地方の4地域(八甲田山・岩木山・八幡平・安比高原)のブナ林で、葉食性昆虫ブナアオシヤチホコの密度変動を調査し、本種の大発生とその後の森林の様子を、ALOS データで解析した

4. 研究成果

- (1) 現地調査の樹冠投影図と衛星データの樹冠抽出図が正確にマッチングでき、今後は地上での林冠撮影画像と衛星データのマッチング手法を開発する。マッチングされた各種データは3次元の森林GISへの活用が期待される。
- (2) 北海道演習林の8林分に作成した固定試験地中、6箇所のプロットでは2010-11年にはカラマツハラアカハバチの密度が増加しほぼ完全に失葉し、2012年には密度は2009年とほぼ同等レベルまで低下した。他の2林分では2009年に顕著な失葉が認められたことから、2008年の時点でカラマツハラアカハバ

チの密度は増加し始めていたものと推測された。完全に失葉した際の落下糞量は約 150g/m²乾重で、東北地方のブナ林におけるブナアオシャチホコの大発生時とほぼ同等であった。落下糞量と全天空写真から推定した失葉量との間には正の相関が認められた。本研究では、カラマツハラアカハバチの繭を 10 月中旬にサンプリングして、外見上の健全繭、小哺乳類の捕食、それ以外に分類したものから、当該年に形成した繭、10 月のサンプリングまでの小哺乳類による捕食率、10 月のサンプリング以降の小哺乳類による捕食率を求める階層ベイズモデルを開発した。これにより、従来は困難であった超哺乳類の捕食率の正確な推定が可能となった。また、ネズミ 2 種の増加は比較的広い範囲のカラマツハラアカハバチの密度に反応して起こり、それに伴って捕食率が増加するのに対して、捕食率は局所的なカラマツハラアカハバチの密度には反応していないことが示された。小哺乳類による捕食率は、最大で約 70%と高かったが、それ以外の捕食寄生者や病気による死亡は少なかった（投稿中）。

生命表による解析から、2012 年の 6 林分での密度の減少は成虫の産卵から弱齢幼虫期に生じていることが示された。具体的な減少のメカニズムに関する研究は、今後の課題である。

カラマツの葉の化学成分も食害の影響により変化した。植食者の葉の食害は炭素不足と、窒素不足を引き起こす。炭素不足は比較的速やかに回復するが、葉が柔らかくなる。カラマツハラアカハバチの食害は、翌年の窒素不足・タンニンやフェノール類の二次代謝産物の増加を引き起こした。前年とそれ以前の食害の影響が残るスタンプ効果は、窒素にもっとも顕著に認められた。これらの葉の質の低下がカラマツハラアカハバチの個体群に及ぼす影響については、現在研究継続中である。

- (3) 日本のナラ枯れはカシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*) が媒介する通称ナラ菌 (*Raffaelea quercivora*) によって引き起こされるが、韓国でも 2003 年から同様の被害が発生している。韓国では *Platypus koryoensis* が媒介する *Raffaelea quercus-mongolicae* により、モンゴリナラ・コナラが枯れる被害が発生している。衛星データにより被害を解析するためのグランドルースデータとして、韓国のナラ枯れの被害の状況を調査した結果、以下の特徴が明らかになった。日本の落葉ナラ類のナラ枯れに比べ

ると総じて枯死率は低い。モンゴリナラの枯死率が高いが、コナラは低い。モンゴリナラでも、日本では八丈島のスタジイで報告されているような全身枯れではなく枝枯れが認められる。日本と韓国のナラ枯れの違いは、菌の病原力と媒介昆虫のマスアタックの能力の違いに起因するものと予想された。

- (4) 台湾大学演習林および東京大学演習林の研究者を招聘して、森林植生に関する国際シンポジウム (EMEA2010) を 2010 年 9 月に金沢で開催した。台湾および日本の森林における最新研究成果に関して情報交換し、今後の衛星データの活用方法および国際交流に関して意見交換した。
- (5) ロシア沿海州のシホテアリニ山脈周辺でモンゴリナラに発生しているナラ衰退現象について、調査を行った。拡大過程は、最初坪状に枯死木が発生し、毎年同心円状に広がっていく過程で複数の被害地が合体しながらさらに被害地が拡大していく。拡大速度は、数 m/年であった。被害の症状から推察すると、土壤舞踊外の可能性が高い。健全木、被害木から成長錘によりコアサンプルを採集し、培養を試みたが、被害木から腐生菌が採集されたものの病原菌と推測されるものは採取できなかった。被害跡地主にカンバ類が更新しており、枯れたミズナラの株から萌芽することも多いが、萌芽で更新に成功しているものは認められなかった。
- (6) タイ北西部の二次林では、複数種のタケ類が中木層を形成している。これらのうち、2010 年には *Oxytenanthera albociliata* が、2011 年には *Cephalostachyum pergracile* が一斉開花により枯死した。林床には、*Oxytenanthera albociliata* の実生が発生していたが、降雨に伴う表層水により種子が移動する結果、表層水がたまりやすいところに集中的に実生が発生する傾向が認められた。グランドルースデータを取得し人工衛星データと比較したところ、枯死した竹林では植生指数の低下が認められた。また高解像度衛星画像により単木単位での竹林の識別ができ、今後の継続的なモニタリングが可能であることを確認した。
- (7) 八甲田山では 2006 年に北部で数 ha 程度のブナアオシャチホコの大発生が認められたが、2007 年には数百 ha の規模で大発生が起こった。2008 年には 2007 年よりも被害地は減少した。3 年の中では年ごとに被害地の標高が高くなる傾向が認められた。2006 年と 08 年は ALOS

の良い画像が入手できたが、2007 年については天候の関係から衛星画像がまったく入手できなかった、しかし、大発生翌年には葉のバイオマスが減少するため、2008 年の ALOS データから 2007 年の被害地を推定することが可能と考えられたため、現在解析を進めている。八幡平では、2012 年に密度が高くなったことから、2013 年に大発生が予想された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 12 件)

- ① 小泉匡平, 鎌田直人, 小池孝良, ナラ枯れとカシノナガキクイムシ—北陸のナラ枯れ現場から—, 北方林業, 査読有, 65, 2013, 52-55
http://hopperin.ac.affrc.go.jp/hopperin/2013-65/767cover.html
- ② 鎌田直人, 後藤秀章, 楠本大, 濱口京子, 升屋勇人, 江崎功二郎, 平尾聡秀, ナラ枯れ流行の原因を探る旅—海外のカシナガとナラ枯れ—, 北方林業, 査読有, 65, 2013, 56-60
http://hopperin.ac.affrc.go.jp/hopperin/2013-65/767cover.html
- ③ 櫻井孝洋, 久保守, 鎌田直人, 全天魚眼画像の回転パラメータ校正, 電子情報通信学会技術報告書, 査読無, 112, 335 (IE2012-101), 2012, 95-100
- ④ Dai Kusumoto, Masuya H., Oomura K., Kamata N., Virulence of *Raffaelea quercivora* isolates inoculated to *Quercus serrata* logs and *Q. crispula* saplings, *Journal of Forest Research*, 17, 2012, 393-396,
DOI:10.1007/s10310-011-0302-5
- ⑤ 井上淳, 澤田晴雄, 鎌田直人, コナラの直径-辺材率関係の地域間比較, 陣森林研究, 査読有, 59, 2011, 253-256
http://jglobal.jst.go.jp/public/20090422/201102235002492080
- ⑥ 鴨田重裕, 坂上大翼, 鎌田直人, 他, 林床における種々の更新補助処理によるエゾマツ実生消長の差異, 日本林学会北海道支部会講演論文集, 査読有, 58, 2010, 135-137
http://ci.nii.ac.jp/naid/40017013302
- ⑦ Li-li Wang, Nobuko Kakiuchi, Masayuki Mikage, *Studies of Ephedra Plants in Asia*. Part 6. Geographical changes of anatomical features and alkaloids

content of *Enhedra sinica*, *Journal of Natural Medicine*, 査読有, 64, 2010, 63-69

DOI: 10.1007/s11418-009-0374-0

- ⑧ Mamoru Kubo, Ken-ichiro Muramoto, Matching of high resolution satellite image and tree crown map, *Proceedings of Int. Soc. for Photogrammetry and Remote Sensing Congress XXXVII*, 査読有, Part IV, 2008, 1401-1404
http://www.isprs.org/proceedings/XXVII/congress/4_pdf/246.pdf
- ⑨ Ryotaro Komura, Naoto Kamata, Ken-ichiro Muramoto, Analysis of Japanese oak wilt spread using aerial photography and GIS, *Proceedings of International Congress of Entomology 2008*, 査読有, 2008, 1376
http://www.treearch.fs.fed.us/pubs/20710

[学会発表] (計 10 件)

- ① 澤田晴雄, 岩井紀子, 鎌田直人, 主要 9 樹種の種子落下量年変動, 中部森林学会, 2012 年 10 月 13 日~2012 年 10 月 13 日, 信州大学農学部 (長野県)
- ② Sanguansub S., Goto H., Kamata N., A Trial to Evaluate a Potential Risk of Tree-killing Diseases by *Raffaelea-Ambrosia Beetle Complex*, XXIV International Congress of Entomology, 2012 年 08 月 19 日~2012 年 08 月 25 日, 大邱 (Korea)
- ③ Sanguansub S., Goto H., Kamata N., High risk ambrosia beetles species attacking living trees, IUFRO 7.03.12 Alien Invasive Tokyo, 2012 年 06 月 10 日~2012 年 06 月 13 日, 東京大学弥生講堂 (東京都)
- ④ Kamata N., Goto H., et al, Why does the Japanese oak wilt not occur outside Japan?, IUFRO 7.03.12 Alien Invasive Tokyo, 2012 年 06 月 10 日~2012 年 06 月 13 日, 東京大学弥生講堂 (東京都)
- ⑤ Panisara PINKANTAYONG, Mamoru KUBO, Ken-ichiro Muramoto, Naoto KAMATA, Spatial density dependence in pupal mortalities of the larch sawfly, *Pristiphora erichsoni*, in epidemic period, 第 26 回個体群生態学会大会, 2010 年 9 月 23 日, 横浜国立大学 (神奈川県)
- ⑥ 日下翔太, 久保守, 村本健一郎, 鎌田直人, 複数の森林全方位画像における単木画像の対応付け, 電気関係学会北陸支部連合大会, 2010 年 9 月 11 日, 福井工

- 業高等専門学校(福井県)
- ⑦ Sunisa Sanguansub, Hideaki Goto, Naoto Kamata, Ambrosia Beetle Guild Attacking Deciduous Oak Trees (*Quercus serrata*) in Relation to Tree Vigor, Seasonality, and Japanese Oak Wilt Incidences, 第25回個体群生態学会大会, 2009年10月18日, 同志社大学(京都府)
- ⑧ 鎌田直人, 小村良太郎, 上林徳久, 村本健一郎, 朝鮮半島とロシア沿海州におけるナラ枯れの現状(第2報), 日本林学会中部支部会大会, 2008年10月11日, 岐阜大学(岐阜県)
- ⑨ 上林徳久, 谷宏, 鎌田直人, ALOS/ANVIR-2を用いたナラ枯れ現状把握, 日本写真測量学会平成20年度年次学術講演会, 2008年6月20日, パシフィコ横浜(神奈川県)

[図書] (計1件)

Naoto Kamata: "Pine Wilt Disease"
Springer-Verlag. 304-322 (2008)

[その他]

ホームページ等

森林植生に関する国際シンポジウムなどのホームページ

<http://emea.ec.t.kanazawa-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村本 健一郎 (MURAMOTO KEN-ICHIRO)
石川工業高等専門学校・校長
研究者番号: 70042835

(2) 研究分担者

鎌田 直人 (KAMATA NAOTO)
東京大学・農学生命科学研究科・教授
研究者番号: 90303255

御影 雅幸 (MIKAGE MASAYUKI)
金沢大学・薬学系・教授
研究者番号: 50115193

久保 守 (KUBO MAMORU)
金沢大学・電子情報学系・助教
研究者番号: 90249772

小村 良太郎 (KOMURA RYOTARO)
石川工業高等専門学校・電子情報工学科
・准教授
研究者番号: 00390443

(3) 連携研究者

岩坂 泰信 (IWASAKA YASUNOBU)
金沢大学・フロンティアサイエンス機構・教授
研究者番号: 20022709
(H20→H21: 研究分担者)