

研究種目：若手研究（スタートアップ）

研究期間：2007～2008

課題番号：19880006

研究課題名（和文） 乾燥地・半乾燥地生態環境の広域数値解析

研究課題名（英文） Numerical analysis of arid and semi-arid land ecosystem

研究代表者

菅沼 秀樹（SUGANUMA HIDEKI）

成蹊大学・理工学部・助教

研究者番号：90447235

研究成果の概要：

本研究課題は諸般の事情（チュニジア共和国での地上調査許可の取得や協力者の確保等）によって実施が遅れたため、研究費の繰越申請を行って実際には 2008 年度～2009 年度に実施した。また、許可を得て解析作業は 2010 年度まで実施した。

ASTER 人工衛星画像が 2008 年 5 月より植生解析に重要なセンサーが不具合により使用不能に陥ったため、当初予定していた調査と同期した衛星画像の観測が不可能となった。よって、地上調査解析に重点をシフトし、将来的に他の衛星画像にて植生解析できるためのデータセットを作成した。

また、調査計画策定や暫定的な植生解析のために調査時期と異なる過去の衛星画像を前年度購入して簡易解析をしたが、季節が異なるために当初予定していた手法では満足な結果が得られなかった。

2 年間の地上調査によって、チュニジア共和国の半乾燥地・乾燥地のカッセリーン県～ガフサ県までの約 1100km² で簡易的なものも含めて 26 区画の植生調査を実施し、各地域に分布する代表的な植生を網羅的に把握することができた。また、各区画のバイオマスなどを数値解析するためにアロメトリー式を 15 個作成した（刈り取り調査ができず、文献からもアロメトリーが把握できていないものもある）。ただし、これらの区画数では広域の場所を衛星画像解析するために必要なデータ数ではないため、現状では概要把握ができる程度であった。

今後は無理のない計画で必要な地上調査データを取得するとともに、解析に十分な時間を割り当てて、必要な成果を得ることに勤めるべきと考えられた。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,370,000	0	1,370,000
2008 年度	1,350,000	405,000	1,755,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,720,000	405,000	3,125,000

研究分野：農業環境工学

科研費の分科・細目：

キーワード：リモートセンシング，植物生態

科学研究費補助金研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

CDM 植林には、UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change: 気候変動に関する国際連合枠組条約) に認定されるような科学的評価手法が必要である。日本が多様な CDM 植林候補地の選択肢を保有するためには、各地域の多様な環境に合わせた評価手法を確立することが重要である。

その作業の省力化のためには、ある地域の評価手法を別の地域に応用し、その適用可能性と問題点の明確化が重要と考えた。そこで本研究の対象地は、これまでにその手法の確立を目指して研究してきた西オーストラリア乾燥地と地域的な特性が類似しており、整備された研究環境があるという点で、北アフリカ乾燥地・半乾燥地 (チュニジア共和国) に設定した。

これらの地域にて地上調査を実施することにより、バイオマスやベースラインの評価手法を将来構築するための基礎データが収集される。その後、西オーストラリアの乾燥地にて確立した衛星画像解析手法を当てはめることにより、乾燥地・半乾燥地での植生の広域数値解析ができるようになると考えられた。

2. 研究の目的

本研究の当初の研究目的は以下にあげるものである。

- ・北アフリカ乾燥・半乾燥地域への多変量統計解析に基づく広域環境モニタリング手法の応用と高度化
- ・リモートセンシング解析の基礎となる地域情報データの信頼性確認
- ・既存手法による広域環境モニタリング技術の適用可能性と問題点の明確化
- ・複数衛星画像を組み合わせた広域環境モニタリング手法の高度化

3. 研究の方法

(1) 地上調査による植生調査

2008年11月9日～27日および2009年11月10日～26日までに、チュニジア共和国の乾燥地・半乾燥地であるガフサ県、カッセリーン県、シディブジッド県にて地上調査を実施した。この調査は、植林適地の判定や植林以前の土地利用における炭素収支の予測を行うために実施された。

あらかじめメリーランド大学にてネット上で無料公開されている人工衛星画像 (LANDSAT) を用いて簡易解析を行い、植生の分布の濃淡を求めた。そこに、紙ベースの既存の植生図や土地利用図、降水マップを用いて大まかな領域に分類し、調査候補の領

域を設定した。これに道路地図を当てはめて、限られた調査時間内でアクセス可能な領域を割り出し、調査候補領域の選定を実施した。

また、この時期より高解像度で提供されるようになった Google Earth の画像を利用して、上記調査候補領域の中で調査のしやすい地点を割り出した。

調査候補地周辺にてグランドトゥルースを行い、その地域の代表的な植生が観察されるところで 15×15 m の植生調査区画を設置した。なお、各調査区画は 5×5 m の 9 個のサブ区画から成り立っている。調査区画の大きさは、種組成やバイオマス量を把握するには大きい。ASTER 人工衛星画像や ALOS 人工衛星画像となるべく 1 対 1 で対応できるようにするために、この広さを持たせた。

調査区画を設置した後は、サブ区画内に存在する全ての種を同定して種組成 (主に木本植物。草本は大型個体を有する種のみ記録した) を判定した。また、バイオマスを求めるために、それらの樹冠投影面積、樹高の記録を実施した (毎木調査)。樹高 2 m を越えるような大型個体では、1.3 m 高さの胸高周囲長を測定した。調査区画内の全ての種組成とサイズを記載し終わったのち、優占種について刈り取り調査を実施した。これは、樹木のサイズとバイオマスの相関を取るアロメトリー式作成のためである。ただし、大型の木本植物については伐倒が労働力の制約上および許可を得る関係上本調査では割愛した。伐採した個体は全て絶乾重量をもとめ、アロメトリー式を作成した。なお、優占種ではない個体は、形態の類似した種のアロメトリー式を当てはめることにした。

アロメトリー式は、乾燥重量 [g] を従属変数、個体サイズ [m^2 or m^3] を独立変数として回帰分析を行った。個体サイズとして樹冠投影面積 (Crown Projection Cover: Cpa) もしくは樹木体積 (Cpa×樹高) の 2 種類を用いた。回帰式は累乗近似関数 ($Y = aX^b$) を関数型として採用したが、指数部分の b が統計的に有意ではなかった場合は定数項の無い一次関数を関数型とした。回帰分析には SPSS を用いた。まず全ての変数に常用対数変換を行い、標準偏差 2 区画から外れるデータを削除する外れ値処理を行った。外れ値を判定した後のデータの全てを使用して、上記累乗近似関数を用いた回帰分析を行った。有意ではない回帰式が得られた場合、それは外れ値処理では判別できなかった以上データを探し、有意な回帰関数が得られるまで試行錯誤を行った。

集められた地点データとアロメトリー式より、全ての地点のバイオマスデータ [$t\ ha^{-1}$] を計算した。

(2) 人工衛星画像解析

解析対象のチュニジアの乾燥地・半乾燥地において、上述した毎木調査による地上調査結果のほかに、それを補完する目的でグラントゥールスを実施した。これは、毎木調査地点周辺や移動可能な道路の周辺の土地利用形態を GPS 座標と共に記録しすることである。これらのデータを人工衛星画像による植生分類を実施するための参照データセットにした。

ただし、本提案書を作成した当時健在であった TERRA/ASTER 人工衛星画像において、2008 年 5 月より植生解析に重要なセンサー（中間赤外領域の SWIR センサー）が故障したため、正常な画像が地上調査実施時期に取得不能となってしまった。よって、本提案課題の元となったオーストラリア乾燥地にて確立してきた植生解析手法をそのまま適用できなくなってしまった。

そこで、急遽代替衛星画像として、ALOS/AVNIR2 を購入して、データセットの揃っているオーストラリア乾燥地を対象として、植生分類結果を行った。オーストラリアによる解析終了後に、チュニジア乾燥地・半乾燥地の解析を行った。

(3) CDM 植林による炭素固定量予測

後述するが、人工衛星画像の特性の違いにより、これまで確立してきた衛星画像解析手法を適用しても ALOS/AVNIR2 では十分な分類精度を有する植生分類手法を研究期間内に開発できなかった。

そのため、分布面積の推定は不可能となったが、地点データベースでチュニジア乾燥地・半乾燥地において CDM 植林を行った場合、どの程度の炭素固定量および炭素クレジットになるかという推定を行った。

推定式は以下のとおりである。

$$AC = \left\{ \frac{(MAI_A - MAI_B) \times N - B}{44/12} \right\} \times 0.5 \times \dots \quad (1)$$

AC は排出権取引にカウント可能な炭素固定量 [t ha⁻¹: CO₂換算]、MAI_A は植林樹木による年平均成長量 [t ha⁻¹y⁻¹]、MAI_B は植林候補地の旧植生による年平均成長量 [t ha⁻¹y⁻¹]、N は植林期間 [y]、B は植林地造成時に伐採される植生のバイオマス量 [t ha⁻¹]、0.5 はバイオマスから炭素量への換算係数、44/12 は二酸化炭素と炭素のモル比、E は植林地造成時に排出される CO₂ 量 [t ha⁻¹: CO₂換算] であり、これによって植林地地点の 1 ha あたりの有効な炭素固定量と炭素クレジットが求められる。当初は MAI_A および E はオーストラリアのデータを当てはめるつもりであったが、既にチュニジア国内の広い地域で *Eucalyptus* 属が街路樹や一部の緑化地域に

植えられていたため、急遽地上調査候補地に組み込んで解析を行った。なお、年成長量 MAI_A は伐採された切り株の年輪と周囲長の関係性を推定し、林齢を推定して求めた。E はオーストラリアのデータを流用した。今回は分布情報が得られなかったため、MAI_B や B は平均値等を用いた。

4. 研究成果

(1) 地上調査による植生調査

表 1 に詳細な植生調査を実施した区画の優占樹種と UTM 座標 (Zone 32) を記した。こ

表 1. 調査区画サイトと優占種.

Site No.	Dominant Species	UTM Coordinate	
		X	Y
Nov. 2008			
Site A	<i>Phenix dactylifera</i>	438655	3767080
Site B	<i>Arthrophytum schmittianum</i>	438120	3786540
Site C	<i>Moricandia arvensis</i>	454355	3797850
Site D	<i>Anabasis articulata</i>	473245	3811285
Site E	<i>Gymnocarpos decander</i> <i>Helianthemum hirtum</i>	455990	3807205
Site F	<i>Salsola villosa</i> <i>Salsora vermiculate</i>	450110	3810340
Site G	<i>Thymelea microphylla</i> <i>Aristida plumosa</i>	478190	3820105
Site H	<i>Arthrophytum schmittianum</i>	460630	3836425
Site I	<i>Stipa tenacissima</i>	456750	3858605
Site J	<i>Retama retam</i> <i>Artemisia campestris</i>	511430	3896180
Nov. 2009			
Site K	<i>Pinus halepensis</i>	470175	3892360
Site L	<i>Pinus halepensis</i>	469675	3893405
Site M	<i>Pinus halepensis</i>	469630	3895725
Site N	<i>Pinus halepensis</i>	469645	3893825
Site O	<i>Stipa tenacissima</i> <i>Artemisia herba-alba</i>	472400	3890535
Site P	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	488685	3894825
Site Q	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	462700	3831025
Site R	<i>Salsola tetrandra</i>	470040	3802655
Site S	<i>Arthrocnemum indicum</i>	454495	3812760
Site T	<i>Halocnemum strobilaceum</i>	470625	3810895

これらの区画から測定された結果を用いて、後述する植林木の年平均成長量予測とベースラインの予測および、植林地造成時に伐採されるバイオマス量の予測を実施した。

次に表 2 に伐採サンプルから作成したアロメトリー式一覧を示す。一部の植物種において有意なアロメトリー式が得られないケースが発生したが、ほとんどの優占種のアロメトリー式を計算できた。なお、*Eucalyptus camaldulensis* は伐採調査が労力的に不可能であったため、オーストラリアのものを流用した。また、*Pinus halepensis* も同様に伐採調査ができなかったため文献によるアロメト

リー式の探索を行ったが、明示されている文献を調査期間内に発見することができなかったため、このデータ解析は後日に譲ることとした。アロメトリー式は独立変数によって1植物種に対して最大2個作成したが、その中でRMSE値の小さなほうを区画のバイオマス計算に用いた。今回の解析にて有意なアロメトリー式が得られなかった植物種の生育している区画のバイオマスは計算しなかった。

表 2. アロメトリー計算結果.

Species	Independent Value	Allometric equation	R ²	RMSE
<i>Artemisia campestris</i>	Cpa	Y = 1255.2 X ^{1.247}	0.964	10.44
	Cpa × H	Not significant		
<i>Arthrophyllum schmitianum</i>	Cpa	Y = 749.9 X ^{1.017}	0.988	54.80
	Cpa × H	Y = 1080.0 X ^{0.744}	0.983	51.59
<i>Astragalus armatus</i>	Cpa	Y = 593.3 X ^{0.847}	0.968	21.51
	Cpa × H	Y = 712.9 X ^{0.620}	0.990	13.64
<i>Gymnocarpus decander</i>	Cpa	Y = 935.4 X ^{0.910}	0.926	44.80
	Cpa × H	Y = 1550.6 X ^{0.623}	0.949	36.91
<i>Moricandia arvensis</i>	Cpa	Y = 727.5 X ^{1.078}	0.968	14.57
	Cpa × H	Y = 1072.1 X ^{0.833}	0.972	14.43
<i>Retama retam</i>	Cpa	Y = 1381.0 X	0.912	398.81
	Cpa × H	Y = 1219.6 X	0.992	121.46
<i>Salsola spp.</i>	Cpa	Y = 1015.3 X ^{1.287}	0.954	50.64
	Cpa × H	Not significant		
<i>Stipa tenacissima</i>	Cpa	Y = 1089.2 X ^{1.440}	0.974	24.98
	Cpa × H	Y = 1025.4 X ^{1.013}	0.974	46.24
<i>Thymelea microphylla</i>	Cpa	Y = 509.0 X ^{0.876}	0.976	6.01
	Cpa × H	Y = 777.5 X ^{0.690}	0.977	5.96
<i>Arthrocnemum indicum</i>	Cpa	Not significant		
	Cpa × H	Not significant		
<i>Salsola tetrandra</i>	Cpa	Y = 1469.3 X ^{1.261}	0.971	208.40
	Cpa × H	Y = 3024.0 X ^{0.927}	0.947	237.44
<i>Suaeda mollis</i>	Cpa	Y = 1850.2 X ^{1.734}	0.976	59.51
	Cpa × H	Not significant		
<i>Artemisia herba-alba</i>	Cpa	Y = 1694.3 X ^{1.330}	0.979	108.17
	Cpa × H	Y = 2203.5 X ^{1.081}	0.996	53.49
<i>Limonium pruinosum</i>	Cpa	Not significant		
	Cpa × H	Not significant		
<i>Limoniastrum guyonianum</i>	Cpa	Y = 1679.4 X ^{1.243}	0.967	171.03
	Cpa × H	Y = 2138.1 X ^{0.833}	0.957	158.54

得られたアロメトリー式を使用して調査区画のバイオマスを求めた結果、植林対象地となる自然植生にて最大のバイオマス値は5.8 t ha⁻¹であり、平均は1~2 t ha⁻¹であった。また、植林地 (*E. camaldulensis*) のバイオマスは120.6 t ha⁻¹および176.0 t ha⁻¹であった。これらの区画はそれぞれ簡易年輪解析より30年~40年の林分と推定されたため、年平均成長量は3.0~4.4 t ha⁻¹ y⁻¹と推定された。ここで得られたデータを利用して後述するCDM植林による炭素固定量予測を実施した。

(2) 人工衛星画像解析

当初予定していたASTER人工衛星画像が使用に耐えなくなってしまったので(約10年前のデータは存在するが、これは今とは植生の様相がかなり変わっていることが単純に予想されるため使用に耐えない)、データセットの整っているオーストラリア乾燥地を対象にALOS/AVNIR2を用いた植生分類を行った。幾何補正、放射輝度変換、大気補正を加えた画像を用いて、地上調査結果から判明している植生分布域の反射パターンを集めて分類するための統計解析を行った。

その結果、ASTERではバンド数が多く、バンドの特性も植生分類に向いていたため良好な分類結果を得ていたが(Ito *et al.*, ICENV 2010, Dec.13th to 15th, 2010, Penang, Malaysia), ALOSではバンド数が4バンドと少ない上に、バンドの特性もASTERとかなり異なっているようで、有効な分類手法を研究期間内に見出せなかった。オーストラリア乾燥地の植生はチュニジア乾燥地の植生と比較して単純であり、かつ植生を構成する優占種のサイズも大きいと、オーストラリアの乾燥地でできなかった分類をチュニジアの乾燥地で実施できるとは考えにくい。実際にチュニジア乾燥地でも人工衛星画像を簡易解析した結果、有意な分類結果が得られなかった。よって、本提案課題にて当初予定していたオーストラリアの解析手法の適用が不可能となり、研究期間内および研究予算内で研究を終了することができなくなった。今後は他の人工衛星画像の活用や、新たな分類手法の探索・開発に努める必要がある。

(3) CDM植林による炭素固定量予測

チュニジアの乾燥地・半乾燥地(ガフサ県, カッセリーン県, シディブジッド県)にて、*Eucalyptus* 属を植林樹木として植林した場合に想定される、排出権取引に有効な炭素量(CO₂換算)と炭素クレジットを予測することができた。

まず、MAI_Aは3.0~4.4 t ha⁻¹ y⁻¹の範囲内にあることが観測された。それに対してMAI_Bは、最大でも0.14 t ha⁻¹ y⁻¹であった。また、グランドトゥルースの結果から、調査地一帯に分布する乾燥地の自然植生は、ほぼ同じ個体サイズを有しており、現状では成長できる限界まで成長して、そのままの状態を更新を繰り返していると考えられた。よって、低い年成長量と定常状態の植生を考えると、MAI_Bはゼロとみなしてもよい状態であると考えられた。次に、Bは最大で5.8 t ha⁻¹であり、平均は1~2 t ha⁻¹であった。ただし、カッセリーン県周辺に分布する*Pinus halepensis*の森林は、立派な森林を形成しているため(アロメトリー式が不明なため正確な値は推定できていない)、これらの地域では*Eucalyptus*属に転換せずに、この*Pinus halepensis*を保全し育てたほうがよいと思われた。また、NはUNFCCCにて決められている長期期間の30年間に設定した。Eはオーストラリア試験地のデータである2.1 t ha⁻¹(田原ら, 2009: 日本エネルギー学会誌, 88, 205-212)のデータを用いた。Eの値はオーストラリアにて特殊な植生手法を採用しているため過大評価ではあるが、CDM植林においてマイナス側の過大評価は許容されるためこの値を使用した。

その結果、排出権取引に炭素固定量として

計上可能な炭素量 (CO₂ 換算) が 145~221 t-CO₂ ha⁻¹ (4.8~7.4 t-CO₂ ha⁻¹ year⁻¹) であることが推定された。オーストラリアではウォーターハーベスティングや土壌改良手法を採用しているため、単位面積当たりでやく 275 t-CO₂ ha⁻¹ の炭素量を計上できるが、チュニジア乾燥地では単なる直植なのでこの程度のデータに留まっている。ただし、今回の調査対象地域のほうが年平均降水量が多い地域であるため、特に施工をしなくてもこのような高い成長速度が得られるとともに、多くの二酸化炭素が固定できると考えられる。



図 1. 調査地域で最大のバイオマスを有する *Eucalyptus* 属の植林地

なお、本提案課題にて調査した植林地の中で、最大の炭素固定量を有する森林は、323 t-CO₂ ha⁻¹ と非常に大きかった (図 1)。ただし、予想林齢が 40 年と時間が経っているため、このような植林地が出現したと考えられる。植林地造成時の炭素排出量は大きくなるが、オーストラリアのように植林木の成長促進になるような施工をしたほうが良好な結果が得られる可能性もあるが、それは後の研究に譲ることとする。

本研究では人工衛星画像解析結果が得られなかったため、正確な予測は不可能であるが、チュニジアの調査対象地域周辺の面積が 108 万 ha で、そのうち農地との競合や放牧面積の確保、都市域や保護林の除外ということを勘案しても、最低でも 10% は植林地に転換できると想定した場合、約 11 万 ha の植林地が発生することになる。そうすると、1600 万~2400 万 t-CO₂ ha⁻¹ の炭素量を配しつせん取引市場で活用することができる。これは平成 19 年度の日本の総 CO₂ 排出量の 1.3%~1.8% に相当するため、6% (実質的には 1990 年比 8% 増加している) の CO₂ 排出削減量が課されている我が国にとって、決して無視できる量ではないことが分かった。

さらに、これを純粋に日本の排出削減枠のみに組み込むだけでなく、一部を炭素クレジットとして売却し、貧しい地域であるチュ

ニジア乾燥地・半乾燥地の開発に当てる場合、非常に有効な手段になると考えられる。クレジット価格によっても異なるが、クレジットが 20 US\$ t-CO₂⁻¹ の場合、2900~4400 US\$ ha⁻¹ (95~145 US\$ ha⁻¹ year⁻¹) の収入になる。これを 11 万 ha のうち 5 万 ha をクレジット取得用の植林地とした場合、1.45~2.2 億 US\$ (480~730 万 US\$ year⁻¹) の開発費用を捻出することができる。これは日本の ODA による大型有償資金協力 1 プロジェクト分に匹敵する金額となる。さらに、将来的に地球温暖化がもっと進行して炭素クレジットの需給が逼迫してくると、クレジット額は 50 US\$ t-CO₂⁻¹ や 100 US\$ t-CO₂⁻¹ になる可能性もある。そうすれば、クレジット額は数倍に跳ね上がるため、非常に有効な地域開発資金獲得手段になると考えられる。

よって、CDM を活用した温暖化対策植林は、我が国の排出権獲得のみならず、新しい形での地域開発援助の形を生み出せるかもしれないことが分かった。

無論、上述した内容は 30 年間で固定できる二酸化炭素を活用したものであるため、単年度あたりの規模はそれほど多くない。また、外来種である *Eucalyptus* 属の森林を大規模に造林すると、温暖化対策は実行できても地域の自然環境および生態系を壊す可能性も考えられる。ただし、現在耕作放棄地や粗放的な放牧でしか利用されていない乾燥地・半乾燥地の有効利用という観点から考えると、非常に有効な手段であると考えられた。

今後の研究によって、より正確な植林による炭素固定量の予測や、植林可能面積の把握、植林手法の具体的な開発などが望まれる。また、外来種の *Eucalyptus* 属だけではなく、在来種の *Pinus halepensis* による植林による炭素固定量予測や、その他の植林候補樹種の探索も必要であると考えられた。

5. 主な発表論文等

【雑誌論文】(計 4 件)

① 東 照雄・末屋早紀・Mokhtar Zarrouk・菅沼秀樹・磯田博子 (2009) チュニジアのオリーブ栽培における土壌中の金属元素量とオリーブオイル中のフェノール性化合物量. 『沙漠研究』, 査読無, 18 巻 4 号, pp.167-170

② Hideki Suganuma, Masahiro Saito, Hiroyuki Tanouchi, Hajime Utsugi, Yukuo Abe, Toshinori Kojima, Koichi Yamada (2009) “Baseline and Stand Structural Attributes Changes in Arid Woodland Vegetation”, “Journal of Arid Land Studies”, 査読有り, Vol.19, No.1, pp.125-128.

③ Hideki Suganuma, Yukuo Abe, Toshinori Kojima, Koichi Yamada (2010) “Afforestation Potential Evaluation Using Satellite Imagery”, Proceedings of TJASSST 10, 査読無, In Press.

④ Nobuhide Takahashi, Hiroyuki Tanouchi, Yasuyuki Egashira, **Hideki Suganuma**, Toshinori Kojima (2010) “Arid land afforestation as a countermeasure against global warming”, Proceedings of TJASSST 10, 査読無, In Press. 注:③と④は2010年に発刊予定であったが, 諸般の事情により発行作業が遅れている。また, 先のチュニジア国内の革命によってさらに送れることが予想される。

〔学会発表〕(計6件)

① **菅沼秀樹**・宇都木玄・安部征雄・小島紀徳・山田興一, 乾燥地林分の葉面積重と窒素量の変化, 日本沙漠学会第19回学術大会, 008年5月24~25日, 岡山大学

② **H. Suganuma**, M. Saito, H. Tanouchi, H. Utsugi, Y. Abe, T. Kojima, K. Yamada, Baseline and Stand Structural Attributes Changes in and Arid Woodland Vegetation. 9th International Conference on Desert Technologies, 2008年11月12~16日, Douz, Tunisia

③ **菅沼秀樹**, 伊東敏文, 小島紀徳, ASTER人工衛星画像による植生分類と植物現存量の解析, 日本沙漠学会第20回学術大会, 2009年5月, つくば(森林総合研究所)

④ 伊東敏文, **菅沼秀樹**, 小島紀徳, ASTER衛星画像を用いた植物成長量の解析, 化学工学会第41回秋季大会, 2009年9月16~18日, 広島大学。

⑤ **Hideki Suganuma**, Yukuo Abe, Toshinori Kojima, Koichi Yamada, Afforestation potential evaluation using satellite imagery, TJASSST 10, 2009年11月11~13日, Hammamet, Tunisia

⑥ Nobuhide Takahashi, Hiroyuki Tanouchi, Yasuyuki Egashira, **Hideki Suganuma**, Toshinori Kojima, Arid land afforestation as a countermeasure against global warming, TJASSST 10, 2009年11月11~13日, Hammamet, Tunisia

その他

①2008EMEA シンポジウム「植生のリモートセンシング 植生劣化対策への応用」にて招待講演:「乾燥地植林におけるベースライン評価(地上部・地下部)」(2008年10月21日:金沢大学)

② Murdoch 大学シンポジウム「Carbon sequestration as a result of land use-change in Western Australia」にて招待講演:「Estimation of carbon sequestration by remote sensing」(2010年3月10日:西オーストラリア州立 Murdoch 大学)

※研究資金の繰越を実施したうえで最終報告書提出に1年の猶予をいただいたため, 上記記載内容の他に, **Hideki SUGANUMA**, Kiyokazu KAWADA, Abderrazak SMAOUI,

Kohei SUZUKI, Toshinori KOJIMA, Yukuo ABE: “Investigation of afforestation applicability to arid area of Tunisia as a rural development method”, Tunisia-Japan Symposium, Regional Development and Water Resources, A New Vision for Sustainable Society, Tunis, Tunisia, Nov.28th to Dec. 1st, 2010.の国際学会の発表を行い, この内容が Proceedings of Tunisia-Japan Symposium, Regional Development and Water Resources, A New Vision for Sustainable Society, 19-21.に記載されている。

6. 研究組織

(1)研究代表者

菅沼 秀樹 (SUGANUMA HIDEKI)

成蹊大学・理工学部・助教

研究者番号: 90447235

(2)研究協力者

川田 清和 (KAWADA KIYOKAZU)

筑波大学・生命環境科学研究科・助教

研究者番号: 70529859

ABDERRAZAK SMAOUI

Center of Biotechnology, Borj-Cedria, Tunisia, Assistant Professor

鈴木 康平 (SUZUKI KOHEI)

筑波大学・生命環境科学研究科・大学院生