

課題名	S-1 21世紀の炭素管理に向けたアジア陸域生態系の統合的炭素収支研究 テーマIV プロジェクトの統合的推進と情報の共有		
課題代表者名	及川武久（筑波大学生命環境科学研究科）		
研究期間	平成14-18年度	合計予算額	106,775千円（うち18年度 52,427千円） ※上記の予算額には、間接経費 24,641千円を含む。
研究体制	（筑波大学、独立行政法人国立環境研究所） <研究協力機関> （独立行政法人産業技術総合研究所、独立行政法人森林総合研究所、独立行政法人農業環境技術研究所、岡山大学、北海道大学、岐阜大学）		
研究概要	<p>1. 序（研究背景等）</p> <p>2008年から始まる京都議定書の第1約束期間では、2005年11月30日に開催された京都議定書第1回締約国会合（COP/MOP1）で決議された京都議定書の具体的な運用ルールに従って各国は温室効果ガスの排出・吸収量の評価を行うことが義務付けられているが、近年議論が本格化しつつある京都議定書の第2約束期間以降の議論については、吸収源の取り扱い自体の有無も含め、陸域生態系の炭素動態の把握が重要な課題となっている。2005年のCOP11以降、途上国における森林減少に伴う温室効果ガスの排出の削減に関して具体的な交渉も行われており、陸域生態系の炭素吸収源機能の変動と、その管理に関する科学的な知見の集積は重要となっている。特に、今後のポスト京都議定書への参加が期待される重要な途上国がアジアには多く、これらの国における炭素動態の把握が重要な課題となってくる。</p> <p>このため、広域の陸域生態系における炭素動態を把握し、その変動要因を解析することが急務であり、欧米でも数年前から関連する大規模な研究プロジェクトが実施されている。これまで、陸域生態系における炭素動態の研究としては、主に地上観測と陸域生態系モデルによるアプローチが進められているが、特にアジア域に着目すると、多様な生態系を有する地域であるにもかかわらず、十分な観測網が構築できていないという課題があげられる。また多様な生態系を再現するような陸域生態系モデルの構築やその妥当性の検証といった点においても、不確実性を多数残している。</p> <p>そこでテーマIVでは、モニタリングとモデリング手法を統合したシステムアプローチを開発し、アジア域における多様な陸域生態系における炭素動態の解明にチャレンジした。炭素動態を広域かつ高精度で把握するシステムアプローチの開発は、アジアで初めて、かつ世界的に見ても新しい試みと言える。</p> <p>2. 研究目的</p> <p>本プロジェクトでは、テーマIからテーマIIIまで、多岐に渡る陸域炭素収支研究を行ってきた。テーマIVでは、テーマ間・サブテーマ間の異なる研究分野の連携により、従来の単独分野では得ることが困難な結果や、従来を上回る精度の成果を目指し、目的を以下に定める。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 観測サイトにおける陸域生態系の炭素動態とそのメカニズムの解明 ・ 陸域生態系の炭素収支の季節変化・年次変動とその要因の解明 ・ システムアプローチによる東アジア陸域生態系の炭素収支動態の定量的評価 <p>解析にあたっては、多数の観測サイトの結果比較や、複数の計測方法の比較を行った地点観測による生態プロセスの情報と、大気観測による広域CO₂フラックスの解析結果を検証データとして併用し、これにリモートセンシングにより作成された高解像度・高頻度の情報を入力することで、陸域生態系モデルを最大限に高精度化する「システムアプローチ」を構築した（図1）。そのためには、各テーマ研究者間の情報共有が円滑に行われることが必須であり、S1プロジェクト参加研究者を対象としたS1プロジェクトデータベース（S1-DB）のハード・ソフト両面での整備を実施した。</p> <p>3. 研究の方法及び結果</p> <p>(1) システムアプローチの構築</p> <p>本プロジェクトのテーマIからテーマIIIでは主に以下のような研究内容が行われてきた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地上フラックス観測の各サイトにおける炭素動態（テーマI） ・ 森林生態・土壌圏調査による多様な生態系タイプごとの炭素動態のプロセス解明（テーマI） ・ 衛星リモートセンシングによる土地被覆、気象・植生量の広域分布の把握（テーマIII） ・ 陸域生態系モデルによる2000～2005年の広域炭素収支マップの作成（テーマIII） 		

・ 大気観測から推定した炭素収支による広域炭素収支の検証 (テーマ II)

これらの結果を連携することにより、ボトムアップアプローチとトップダウンアプローチの2つの方法に集約し、陸域生態系モデルと連携して広域のCO₂フラックスの定量的把握とその変動の解明を行った。これを本テーマではシステムアプローチを名付けた。

ボトムアップアプローチとは、各種陸域生態系炭素動態の精密な地上観測を元に、プロセスモデルを用いて、地域規模でのCO₂フラックス推定へと広域化する方法である。トップダウンアプローチとは、ボトムアップアプローチとは逆に、大気中のCO₂の観測より得られたCO₂濃度をもとに、インバースモデルを用いて、地域規模でのCO₂フラックスを推定する方法である。

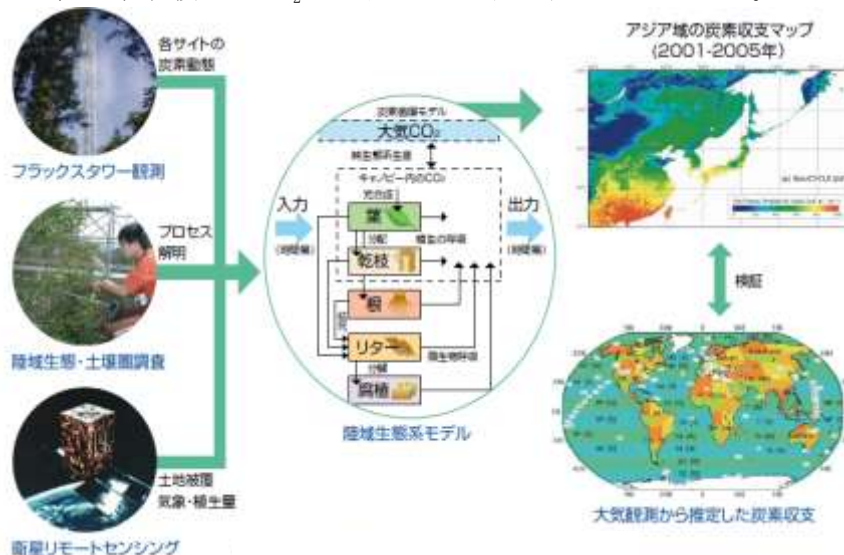


図1 炭素動態を把握するシステムアプローチ

(2) 地上観測による炭素動態時空間変動の解明

1) 各種生態系で観測された炭素収支の時空間変動に関するサイト間比較

東アジアにおいて、熱帯から亜寒帯まで幅広く分布している代表的な16の陸域生態系において、フラックスタワー観測（渦相関法を用いたCO₂フラックス観測）を行うことにより、季節変化・年次変動とそれを引き起こす要因を明らかにし、炭素収支量を定量的に評価した（図2）。

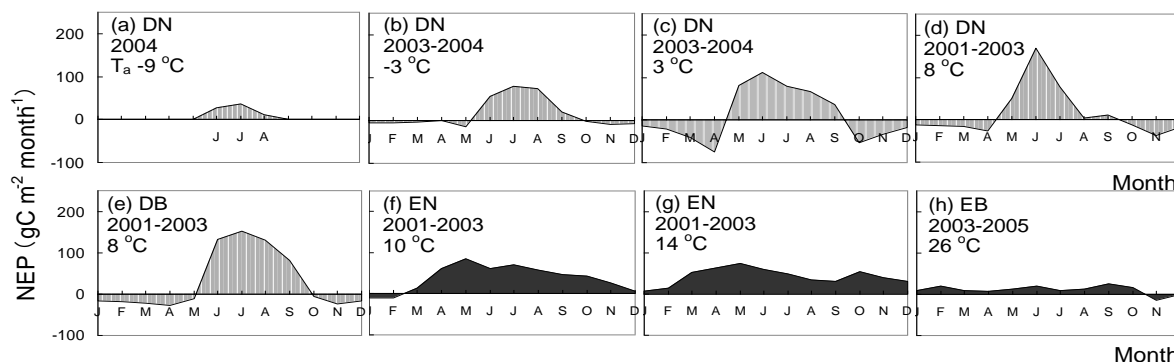


図2 各種生態系で観測された月別NEP。(a) 亜寒帯カラマツ林 (シベリア) ; (b) 亜寒帯カラマツ林 (モンゴル) ; (c) 冷温帯カラマツ林 (中国) ; (d) 冷温帯カラマツ林 (日本) ; (e) 冷温帯カンバ・ミズナラ林 (日本) ; (f) 温帯アカマツ林 (日本) ; (g) 温帯ヒノキ林 (日本) ; (h) 熱帯多雨林 (マレーシア)。記号DN, DB, EN, EBは、それぞれ落葉針葉(DN)、落葉広葉(DB)、常緑針葉(EN)、常緑広葉(EB)を表す。

ロシア・中央シベリアから北海道にかけてのカラマツ林生態系を比較すると、年平均気温が高くなるにつれて生育期間が長くなり、また純生態系生産(NEP)の最大値が高くなる結果が明らかに示された。また、落葉樹林と常緑樹林との違いを比較すると、落葉樹林には明瞭な季節変化がありNEP>0となる生育期間とNEP<0となる非生育期間の区別がある一方で、常緑樹林のNEPの季節変化振幅は小さく、生育期間・非生育期間の区別は不明瞭であることがわかった。

2) 微気象学的方法と生態学的方法によるNEPの相互比較

永久凍土地帯のロシア・トゥラ(カラマツ林)、中国東北部の老山(カラマツ林)、本州中部地方の高(カンバ・ミズナラ林)、マレーシア・パソ(熱帯多雨林)について、二酸化炭素(CO₂)フラックス観測の結果と、生態学的手法で推定した炭素蓄積量と炭素フローから推定したNEPの比較を行った結果、フラックス観測から推定されたNEPの熱帯林地域と永久凍土地帯の差は、1オーダー程度であることが明らかとなった。

表1は、本研究による微気象学的方法(渦相関法)による森林生態系の正味の炭素吸収量(NEP_M)と生態学的方法(バイオマス調査)による吸収量(NEP_B)の比較結果である。苫小牧と富士吉田を除いてNEP_MがNEP_Bよりも大きめであり、両者が一致しないという結果も報告されている。それぞれの手法に含まれる未解決の問題としては、NEP_Mにおける夜間の測定誤差の問題、NEP_Bにおける地下根系の炭素収支の見積もり方法の問題などが重要であると指摘されており、これらの誤差要因の解明を進める必要がある。

表1 フラックス観測サイトにおける微気象学的方法と生態学的方法によるNEPの比較

サイト名	トゥラ	苫小牧	高山	富士吉田	サケラート	パソ
国名	ロシア	日本	日本	日本	タイ	マレーシア
緯度(°N)	64	43	36	35	14	3
年平均気温(°C)	-9	6	7	10	24	26
NEP _M (t C ha ⁻¹ yr ⁻¹)	0.8	1.6~1.9	3.0~3.8	3.5~6.3	2.4~5.2	-0.3~1.6
NEP _B (t C ha ⁻¹ yr ⁻¹)	-0.5	2.1	2.1	4.2	-3.0~1.3	-0.5

3) 土壌中炭素の時空間変動に関するサイト間比較

本プロジェクトでは、様々なフラックス観測サイトがある。その主要なサイトでは、土壌圏グループによるプロセス調査とタワー観測が並行して行われている。ここでは、苫小牧、高山、富士吉田のサイトで得られたデータや文献データを総合し、炭素フラックスの年変動におけるプロセス間の相互関係の解析を実施した。

年間総一次生産(GPP)と植物呼吸(Rp)および従属栄養生物呼吸(Rh)との関係を分析した結果、GPPの年変動に対して、年間Rpとは正の相関があり、Rhとは相関が見られないことである。また、これらの相関関係にはサイト間に差異が見られないことも明らかとなった。以上より、植物呼吸はGPPに依存するが、Rhは総一次生産に依存しないことが明らかとなった。この理由として、気象の年変動に対して、GPPとRpはセンシティブであり、Rhはインセンシティブである可能性を指摘できるが、今後の確認研究が必要である(図3)。

(3) トップダウンアプローチによる広域炭素収支観測

本研究は地上での連続測定データを比較的高密度(1000kmスケール)で取得し、地域規模のインバースモデル解析を用いた新たなフラックス推定手法の開発にチャレン

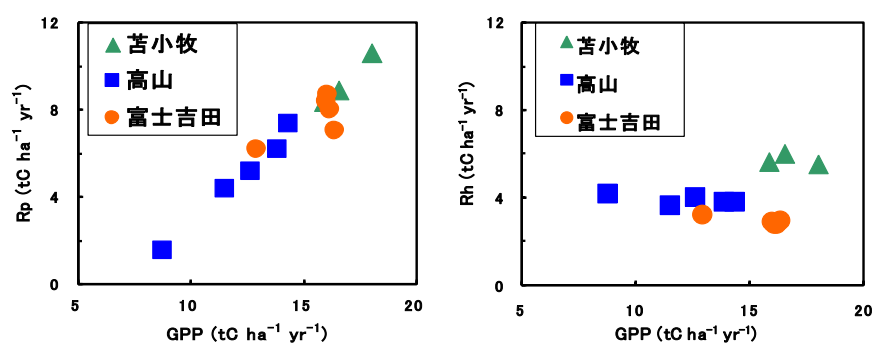


図3 苫小牧、高山、富士吉田における年間フラックス間の関係

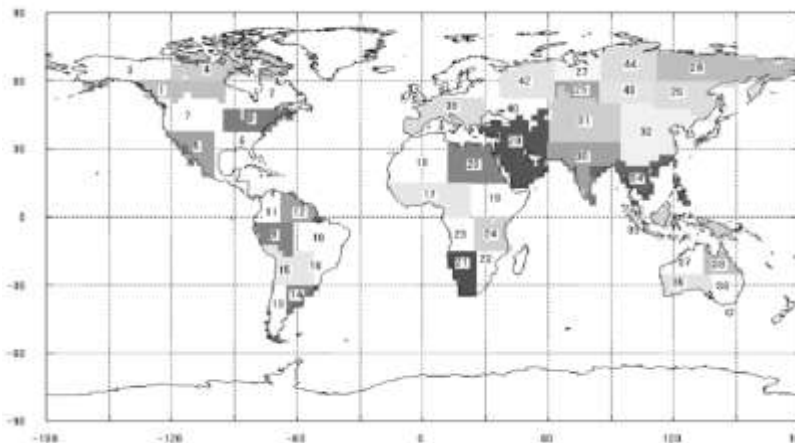


図4 全球を66分割したCO₂収支推定領域の分布

ジした。

西シベリアにおけるCO₂収支を推定するために時間依存インバースモデル (Bayesian Time Dependent Inverse models: TDI model) による解析を行った。ここでインバース解析に利用した全球輸送モデルは、NIES/FRSGCモデルで、全球を水平方向に2.5°x2.5°、鉛直方向に15sigmaに区切った輸送モデルである。輸送モデルはNCEP再解析データの風の場合を利用し、2004年と2005年の月毎のパルス関数を導出した。Transcomでは当初全球を22の領域に分割し、領域毎のCO₂収支を計算していた。本研究では64領域インバースモデルを基に、西シベリアをさらに2分割した領域を採用し、より詳細なCO₂収支を推定することとした (図4)。インバースモデルから推定された西シベリア南部のCO₂フラックスは9月から4月にかけてほぼゼロか、わずかに放出の傾向であるが、5月より吸収に転じ、6月に最大の吸収量である0.75 t C ha⁻¹ month⁻¹を示した。

(4) 衛星リモートセンシングによるモデルへの入力データの高精度化

衛星リモートセンシングでは、陸域生態系モデルの重要な入力パラメータである、高頻度・高精度の光合成有効放射 (PAR) 分布と土地被覆図を作成・提供した。これらはモデルの結果に大きく影響を与える要素でありながら、既存のものは決して精度が高いとはいえなかった。しかし、本プロジェクトで新たに開発された手法は、フラックスタワー観測と同様に地上の陸域生態系で展開された近接リモートセンシングのネットワーク (Phenological Eyes Network) を用いて検証・改善することにより、精度を大幅に向上させることに成功した。

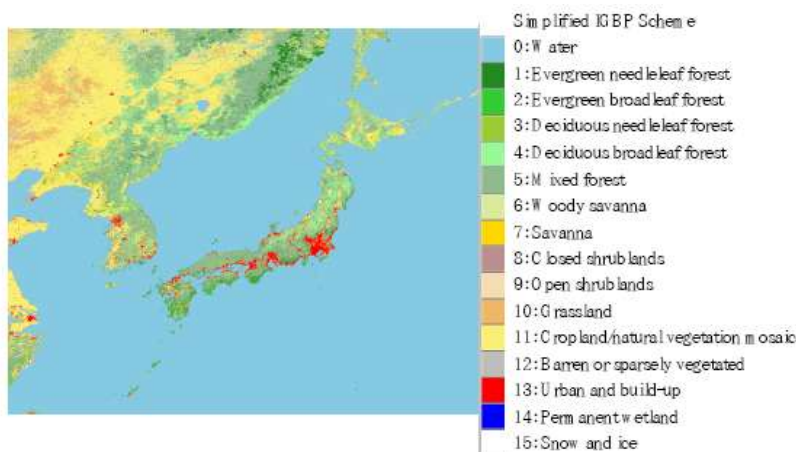


図5 新土地被覆図

2つの人工衛星に搭載されたセンサー (Terra/MODIS, Aqua/MODIS) の観測データを用いて、地上に到達する光合成有効放射 (PAR) を、これまで以上の高頻度 (毎日) ・高分解能 (500m) で定量的に推定することが可能となった。

既存の土地被覆図のうち、上位3プロダクト (GLC2000、MOD12、UMD) を統合する手法を新たに提案し、精度の高い新たな土地被覆図を作成し、陸域生態系モデルに提供した (図5)。

(5) 陸域生態系モデルの高度化

テーマIによる観測サイトのデータに基づいて陸域生態系モデルの高度化を実施した。森林構造や土壌不均質性を考慮するため、植生の高木層と下層植生への2層化を行った。キャノピー光合成のモデルとして、光合成有効放射の直達・散乱成分を考慮したモデルを導入した。土壌については従来の2ボックスモデルを詳細化し、枯死物や腐植の分解性の差を考慮した6ボックスモデルを開発した。このモデルによる推定結果は、いくつかの観測サイトで行われた土壌呼吸データと比較して検証が行われた。また、土壌グループで使用しているモデル (RothC) との比較検討によって各モデルの特性を明確にした。

観測データに基づいてモデルの構造や炭素フロー推定式を高度化することで、炭素収支の推定精度が向上した。例えば、岐阜高山サイトでは、従来の日ステップの光合成モデルに比べて、新たに導入した30分ステップの2層モデルの方が、観測されたフラックス観測を良く再現することができた。また、温帯落葉広葉樹林における個葉光合成の観測データに基づくパラメータの改良により、季節変化の特徴が上手く表現できるようになった。土壌モデルの高度化により、アジア地域に特徴的な火山灰土壌などへの適用が可能になり、観測された土壌呼吸の季節変化も妥当に推定された。

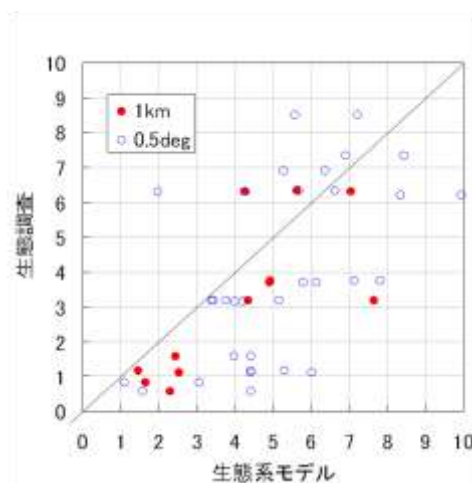


図6 生態調査と陸域生態系モデルの比較

などへの適用が可能になり、観測された土

(6) 相互検証

1) 生態学的な炭素収支観測による検証

東アジアの広域では多様な植生の情報に加え、森林のバイオマスの経年観測を行っているインベントリデータが数多く蓄積されている。このデータはアジアの陸域生態系機能、特に森林の二酸化炭素固定能を示す重要な知見である。そこで、森林研究者が実際に測定を行った既存のインベントリデータを収集・整備することによって、システムアプローチによる森林の二酸化炭素固定能の検証を実施した。インベントリデータは、森林研究者からの情報提供、研究ネットワーク (PlotNet) の利用、そして既存の論文や研究報告を用いた情報収集によって行った。今回対象としたのは赤道熱帯からシベリア亜寒帯林までのS-1の拠点サイトを含む東アジアの広域で、全部で200ヶ所の情報を収集した。バイオマス推定の方法は、森林タイプ毎に伐倒調査から得られたアロメトリー式を使い、地上部現存量を推定した。地上部純一次生産量は、地上部現存量の年間の増加分に枯死脱落量を加えたものを地上部純一次生産量として使用する積み上げ法から推定した。

生態系モデルによるNPP推計値と生態調査による計測結果との関係を分析した結果、0.5度 (約50km分解能) のモデルによる結果では、非常にばらついた傾向を示すが、1km分解能の生態系モデルではNPP全体的な傾向がかなりの精度で観測値に一致していることがわかった。さらに一致度を高めるためには標高や降雨量などの環境条件、撓乱の影響を考慮する必要性が示唆された。

2) トップダウンアプローチと生態系モデルの比較

インバース解析における年間を通じたネットフラックスやフラックスの年々変動を考慮に入れた比較を行うために、Sim-CYCLEモデルから求められた同じ領域におけるCO₂フラックスとの比較を行った (図7)。図4のテストサイトLand 25におけるSim-CYCLEから推定されたCO₂フラックスはインバース解析の結果と季節性が非常に良く似ているが、夏季における吸収量の絶対値はやや小さくなった。これはSim-CYCLEモデルが、この領域の生態系のフェノロジーを正しく表現できていることを示していると考えられる。唯一10月におけるフラックスはSim-CYCLEが0.8 t C ha⁻¹ month⁻¹の放出を示しているのに対して、インバース解析の結果はほぼゼロであり、明らかに違っている。2005年1年間のLand 25におけるCO₂の総吸収量は、インバース解析の推定結果が1.17 t C ha⁻¹であるのに対してSim-CYCLEは0.32 t C ha⁻¹である。この領域がネットでCO₂を吸収しているということはインバース解析とSim-CYCLEで一致しているが、その積算値は3倍以上の差が存在している。

一方、北部の図4のテストサイトLand 27においては夏から秋にかけてのCO₂吸収の変動がその相対的な違いだけではなく、各月の絶対量も極めて良く一致している。しかしながら、冬季の1~2月は両者のフラックスに不一致が見られ、インバース解析の結果が「吸収」を示唆している。寒さの厳しいシベリア北部においてこの時期に有意なCO₂吸収があるとは考えにくいので、この不一致はインバース解析の結果に不具合があるものと考えられ

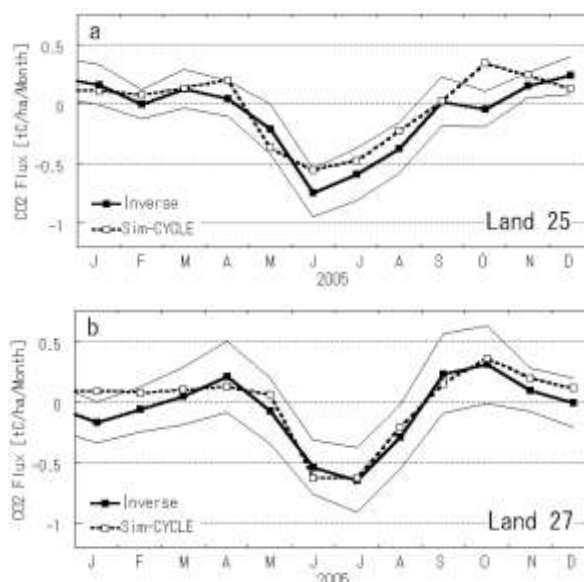


図7 インバースモデルによって推定されたLand 25とLand 27における2005年のCO₂フラックスの季節変動とSim-CYCLEによる推定値との比較。細線はインバース解析の推定誤差を表す。

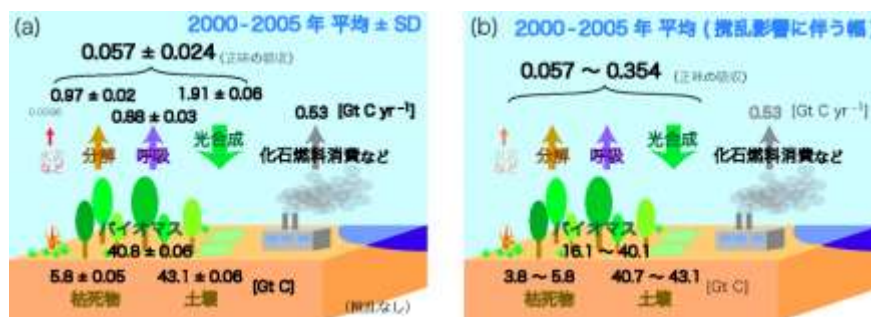


図8 陸域生態系モデルによって推定された2000~2005年の東アジア陸域の炭素収支。(a)撓乱の影響を含まない平均値。(b)撓乱の影響を最大限に考慮した場合に生じる不確定性の幅を加えたもの。

る。冬季のシベリア域は大気鉛直混合が抑制されることによって時として広い空間を代表しないCO₂濃度が観測される可能性がある。このような事象が起こった際に大気輸送モデルが極めて薄い境界層の状態を正しく表現できていない場合には、現実とは違うフラックスを推定する可能性がある。冬季のフラックス推定をより正確にしていくことが今後のインバースモデルの改良に当たって1つの重要な課題であると言える。2005年1年間のLand 27におけるCO₂の総吸収量は、インバース解析の推定結果が0.88 t C ha⁻¹であるのに対してSim-CYCLEは0.17 t C ha⁻¹であった。冬季のフラックスの違いが1年間の総吸収量の違いに大きく反映された結果となった。

(7) 生態系モデルによる東アジアの炭素動態把握

Sim-CYCLEは、生態系内の炭素分配や土壌炭素動態を加えて生態系炭素収支を扱うモデルであり、光合成(総一次生産)、独立栄養的呼吸、従属栄養的呼吸から純生態系生産(NEP)を計算し、気候の年々変動や長期変動への応答を推定することが可能である。地域スケールのシミュレーションにおいては、高分解能な土地被覆、標高、気候、土壌データを用いて1kmメッシュでの計算を行うことができる。計算の時間ステップは1日で季節変化や経年変動が表現される。本モデルは、衛星観測で得られたデータ入力と、地上観測による検証により改善・高精度化され、対象地域を広域化することで、東アジアや地球全体の陸域炭素収支マップの作成が行われた。

NCEP/NCAR再解析データを用いて2000～2005年の東アジア地域における炭素動態のシミュレーションを実施したところ、東アジア陸域の平均的な光合成(総一次生産)は年間1.91 Gt Cであり、正味で年間0.057 Gt Cの吸収が生じていることが示唆された。解析期間6年間で炭素収支には顕著な経年変動が見られた。例えば、日本周辺で平年より高温で日照が多かった2002年には多くの地域で平均値以上の炭素吸収が生じており、これは実測による傾向と適合していた(図8)。

また、開発された生態系モデルや新土地被覆図と、テーマIII(4)の土地利用モデルを用いて、2000～2030年の人為的な土地利用変化にともなう、地上部バイオマス、土壌中炭素等の大気中CO₂排出の予測を行ったところ、熱帯地域からの排出が大きいことが分かった(図9)。

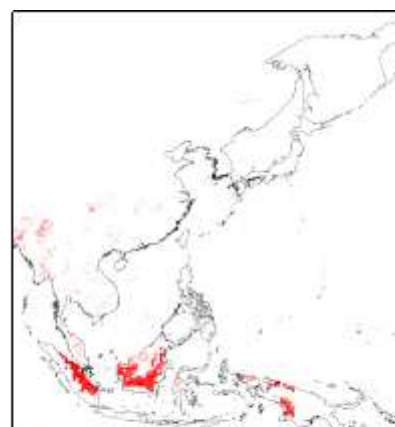


図9 土地利用変化による炭素動態の将来予測(2000～2030年の平均値)

(8) システムアプローチによる統合研究推進のために構築されたデータベース

本プロジェクトでは、様々な研究分野の研究者が多数参加した。上記のような多岐に渡る研究を統合・推進していくためには、各テーマ間のデータの交換・流通が必要となる。そのためにデータベースの構築が行われた。これにより、貴重なデータが一箇所に集中し、データの利用が容易になるとともに、相互理解も深めることができる。プロジェクトの統合的推進と情報共有のためのデータベースを構築した(図10)

S1プロジェクトデータベース(S1-DB)の目的は、データ共有化を図ること、及びテーマ間あるいは観測サイト間でなされる比較・統合的解析の促進である。S1-DBは、欧米の炭素収支関連データベースとの互換性も考慮したデータフォーマットの作成とそれに準じたデータセットの整備をすすめてきた。またS1プロジェクト参加研究者の研究が進むに連れ、土壌研究グループ、生態研究グループ、モデル研究グループ、衛星観測グループからのデータ提供を受けてきた。アジア域の陸域炭素循環に関する多種多様なデータがある一定のフォーマットで収集されているのが、既存のデータベースにない、S1-DBの特徴であり成果である。

S1-DBは「地上観測データベース」、「リモートセンシングデータベース」、「モデルデータベース」の3つのデータベースからなり、陸域炭素循環に関わる幅広い分野のデータを収集してきた。「地上観測データベース」はさらに「フラックス・微気象データベース」、「土壌呼吸データベース」、「生態情報データベース」、「フラックスGapFillingデータベース」の4つを合わせた「サイト情報データベース」の5つのデータベースからなる。15の観測サイトで得られた観測データセットと、観測サイトの状況、観測手法、観測状況が記された文書情報ファイルと共にダウンロードできる仕組みとなっている。文書情報ファイルによりQC/QAおよびデータのトレーサビリティを確認できる。「リモートセンシングデータベース」にはリモートセンシングをベースにした陸域モデルBEAMSによるGPP・NPPマップと地上入射PARマップが登録されている。「モデルデータ」にはプロ

セスモデルによる炭素収支マップとテーマIIの成果であるインバースモデルによる結果が登録されている。現在、全部で約70のデータが登録されている。
平成19年3月末の時点で、DBの利用登録を行っている者は37名である。延べ1000のデータファイルがダウンロードされた。特に平成17年度、18年度と、プロジェクトの統合解析が進む段階において、飛躍的にダウンロード数が増加しており、プロジェクト内の比較・統合化解析に利用されている。これまで、利用者をS1プロジェクト関係者に限定していることを考慮すれば、S1-DBの利用頻度は高く、当初の役割を十分に果たしたものと考えられる。

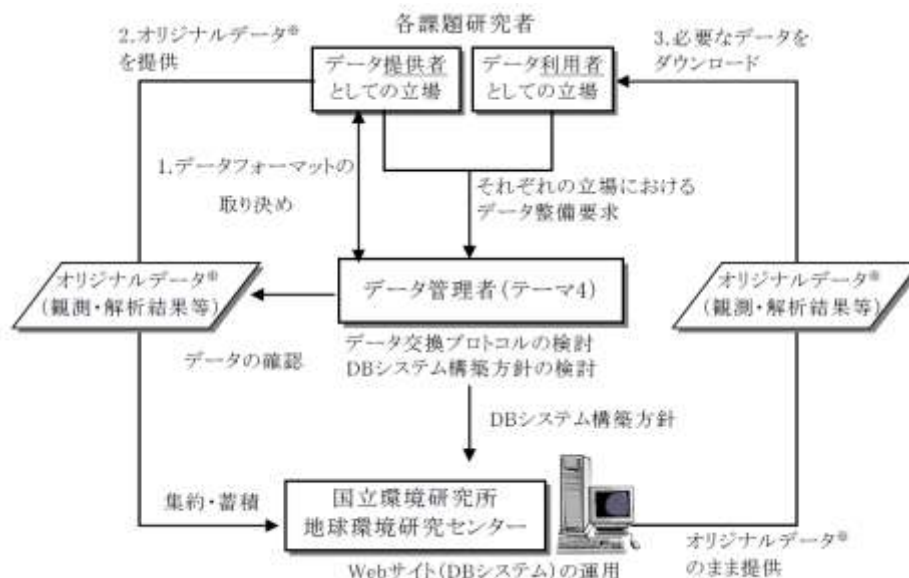


図10 「データ」、「データベース」、「データ提供者」、「データ利用者」の関連

4. 考察

研究テーマIVの主要課題は、テーマIおよびIIで得られた観測データ、テーマIIIで得られた衛星観測およびモデルシミュレーションのデータを集積し、東アジア地域全体の炭素収支の定量化に向けた統合的な解析を行うことである。本プロジェクトの成果からポスト京都議定書などの温暖化政策に貢献を行うには、個別の研究成果を理解しやすく総括し明確な形で示すことが極めて重要である。最終年度に臨んで統合解析サブグループを結成し、各研究テーマの成果に基づく統合解析を実施した。そこでは「システムアプローチ」と呼ばれる、地点観測からのボトムアップ的推定と大気観測に基づくトップダウン的推定を併用し、さらに空間詳細な衛星観測データと陸域生態系モデルを最大限に活用する手法を開発した。フラックス観測や森林・土壌調査といった地点観測のデータは生態系モデルの高度化と検証に利用され、衛星観測からは信頼性の高い土地被覆などのモデル入力データが提供された。

東アジアの陸域生態系における炭素動態の時間空間変動を、炭素循環として総合評価し、各種の観測結果との比較検証を実施した。また、システムアプローチの今後の開発課題について検討した結果、さらに下記のテーマに関する検討が重要であることが示された。

- ・ 中長期的な炭素動態のシステムアプローチによる解明
- ・ 生態系への攪乱(火災、伐採等)や中長期の植生変化
- ・ 気候変動と社会活動からの影響を考慮した陸域生態系変動の将来予測
- ・ 陸域生態系の動的な環境機能を総合的に管理するための予測評価するシステムの開発

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

日本周辺を含む東アジア地域を対象にして、空間分解能1kmのモデルシステムを開発し、2000～2005年の炭素収支マッピングを実施した。その結果、東アジアの陸域生態系は平均して年間0.057 Gt Cの吸収源と推定されたが、これは対象領域内の化石燃料消費による放出の約11%を相殺する規模であった。このモデル推定は、テーマIのフラックス観測地点や、独立して実施されたテーマIIのトップダウン的手法による推定と比較することで検証が行われた。このような統合解析を通じて、異なる研究分野間での情報共有と学際的議論が行われ、プロジェクトの有機的な統合が達成された。その際、データを効率的に参加研究者が共有し、円滑な連携が促進されるよう、データベース管理と情報基盤整備を行うことが肝要であった。これはプロジェクト終了後もデータを有効活用できる体制整備にもつながることから、S1プロジェクトデータベース(S1-DB)のハード・ソフト両

面での整備を精力的に実施した。このようなテーマIVの活動は、平成18年10月に早稲田大学・国際会議場で開催されたプロジェクトの総括ワークショップで中心的な成果として公表された。ここで得られた東アジア陸域の炭素収支に関する科学的知見は、温暖化抑制のための炭素管理や政策立案に大きく寄与するものと期待される。

(2) 地球環境政策への貢献

システムアプローチで解明された知見や開発されたシステムが、今後のポスト京都における中長期的な炭素吸収源機能の評価に関する国際交渉において、どのような貢献ができるかについての検討を実施した結果、下記の項目が示された。

- ・ 2006年改訂IPCCガイドラインに示されたデフォルト値を改善することが可能である。例えば、北方林における生体バイオマス地上部・地下部の比率、バイオマス拡大係数、樹木の枯死に伴う排出などのデータが提供可能となった。また、現状では不確実性が大きいアジアの多様な生態系タイプごとの炭素ストック量や炭素吸収量の精度を向上することができた。
- ・ 本プロジェクトで開発されたシステムアプローチによるアジア地域の炭素動態の予測は、「地球環境保全に関する関係閣僚会議」の参考資料として使用された。
- ・ 環境省地球環境局「森林等の吸収源に関するワーキンググループ」検討会において、京都議定書における第2約束期間以降における吸収源の取り扱いに関する国際交渉の進展に合わせて提案する吸収源オプションの検討において、本研究成果であるモデル分析から得られる科学的な知見に基づいて検討に貢献した。

6. 研究者略歴

テーマ代表者 及川武久

1942年生まれ、東京大学理学研究科修了、理学博士

現在、筑波大学・大学院生命環境科学研究科 教授

主要参画研究者

1) 山形 与志樹 (同上)

1961年生まれ、東京大学教養学部卒業、博士(学術)、

現在、国立環境研究所・地球環境研究センター 主席研究員

2) 藤沼 康実

1947年生まれ、東京農工大学大学院修士課程修了、農学博士(大阪府立大学)

現在、国立環境研究所・地球環境研究センター・陸域モニタリング推進室 室長

7. 成果発表状況 (本研究課題に係る論文発表状況。)

(1) 査読付き論文

- 1) N. Saigusa, S. Yamamoto, T. Ohtsuka, S. Murayama, H. Kondo, and H. Koizumi: *Phyton*, Vol. 45, No. 4, pp. 81-88 (2005)
“Inter-annual variability of carbon budget components in a cool-temperate deciduous forest in Japan (Takayama, AsiaFlux)”
- 2) Ito, A., Inatomi, M., Mo, W., Lee, M., Koizumi, H., Saigusa, N., Murayama, S. and Yamamoto, S.: *Tellus* (2007)
“Examination of model-estimated ecosystem respiration by use of flux measurement data from a cool-temperate deciduous broad-leaved forest in central Japan”

