

生存圏学際萌芽研究センター

1. 概要

当センターは、萌芽研究分野、融合研究分野(学内共同)、および学際研究分野(学内共同)の3分野から構成されている。その目標は、生存圏のミッションに関わる融合的、萌芽的研究を発掘・推進し、中核研究部および開放型研究推進部と密接に連携して、創成的新領域を開拓することにある。そのため、専門的知識を有し、萌芽的、創成的な研究に専念するミッション専攻研究員を配置している。また当研究所教員が網羅できない研究領域を補うために、学内研究担当教員(兼任)を委嘱し、人間生活圏から森林圏、大気圏、宇宙空間圏に至る圏間科学を推進し、これら4圏を融合した生存圏の学際新領域への展開に努めている。セミナー、フォーラム、講演会、研究会などを企画し、研究成果を公表して生存圏が包摂する4圏のより深い相互理解と協力を促し、これに基づく新たな研究ミッションを創成・推進することも任務のひとつである

1.1 当センターの構成員

センター長(兼任)、ミッション専攻研究員、所内教員(兼任)、学内研究担当教員(兼任)、学外研究協力者

1.2 ミッション専攻研究員の公募

京都大学生存圏研究所では、ミッション専攻研究員を配置している。ミッション専攻研究員とは、研究所の学際萌芽研究センターあるいは開放型研究推進部に所属し、生存圏科学の創成を目指した4つのミッション(環境計測・地球再生、太陽エネルギー変換・利用、宇宙環境・利用、循環型資源・材料開発)に係わるプロジェクトの研究に専念する若手研究者で、公募によって選任している。

2. 本年度の実績

2.1 シンポジウム

タイトル:生存圏学際新領域の開拓に向けた『萌芽ミッションシンポジウム』

開催日時:平成18年3月2日

開催場所:生存圏研究所木質ホール 3F

内容:萌芽ミッションプロジェクト研究報告(5件)とミッション専攻研究員による研究成果の発表(6件)を行った。

2.2 平成17年度生存圏学際萌芽センターオープンセミナー

平成17年6月29日(水)

田邊俊朗 微生物とマイクロ波照射を複合的に用いるスギからエタノールへの変換技術

坪内 健 Statical analysis on the geomagnetic extreme event

平成17年7月20日(金)

廣岡孝志 植物を用いた内分泌攪乱物質の環境浄化

古本淳一 森林圏における大気観測に関する研究

平成17年9月21日(水)

古屋伸秀樹 新規メソポーラス・マンガン酸化物の合成と応用

小島陽一 遺伝子発現を指標としたスギの材質特性の解明

平成17年11月2日(水)

坪内 健 Toward space weather forecasting : a scheme for long-term risk evaluation

平成17年11月9日(水)

田邊俊朗 選択的白色腐朽とマイクロ波照射による木質バイオマス・エタノール変換のための複合

前処理

平成 17 年 11 月 16 日(水)

横山 操 木材の経年変化解明に向けての試み

平成 17 年 12 月 7 日(水)

張 紋韶 台湾における伝統的木造建物の接合部の構造特性

平成 17 年 12 月 14 日(水)

廣岡孝志 植物を用いた内分泌攪乱物質の環境浄化

平成 17 年 12 月 21 日(水)

東 順一 シロアリに対するホウ酸の作用

平成 18 年 1 月 11 日(水)

林 泰一 アカシア人工林における気象環境に関する観測

平成 18 年 1 月 18 日(水)

古本淳一 熱帯域における森林・大気相互作用に関する研究

平成 18 年 1 月 25 日(水)

服部武文 木材腐朽菌・外生菌根菌の有機酸代謝機構の特徴と森林育成における両菌の重要性

平成 18 年 2 月 1 日(水)

古屋伸秀樹 ナノ材料による超選択的分離技術 ―海水から金は採れるのか―

平成 18 年 2 月 8 日(水)

小島 陽一 遺伝子発現を指標としたスギの各種材質特性の解明

平成 18 年 2 月 15 日(水)

家森俊彦 地球表層現象に起因する超高層電磁気現象

2.3 ミッション専攻研究員の研究概要

() は所内共同研究者

田邊俊朗 (渡邊隆司、篠原真毅、三谷友彦): マイクロ波と微生物を利用した木材からのエタノール生産

本研究では、脱リグニン能が高い担子菌による木材腐朽処理と、木質による減衰吸収を考慮したマイクロ波照射処理を組み合わせることで、既存の手法による糖化率を凌駕するような糖収率の高い木材前処理技術を開発することを目的としている。バイオマス変換分野と滋賀県工業技術総合センターとの共同研究により、すでに国内森林から新規の高選択的リグニン分解性白色腐朽菌を見いだしている。この新規株はこれまでにバイオパルピング菌として著名な *C. subvermispora* と同等以上の白色腐朽効果を示す。また、生存圏電波応用分野との共同研究により、木質の加熱に適した周波数で照射できるマイクロ波照射装置を開発中である。本装置の開発と本工法による複合前処理技術の実証プロジェクトは、NEDO技術開発機構の平成17年度「バイオマスエネルギー先導技術研究開発」に係る1テーマとして採択された。さらに、財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE)との共同研究では、スギ材を白色腐朽処理後に酵素糖化した糖化液から遺伝子組換え型コリネ細菌によるエタノール生産が行えることを実証した。

坪内 健 (大村善治): エネルギー収支の確率的変動に基づく生存圏リスク評価の数理モデル開発

本研究では、金融工学や災害工学などで既に一般的に利用されているリスク評価・マネジメントの手法を活用する。生存圏を構成する各独立相内部の詳細な物理・化学・生物過程をまずはブラックボックスとして扱い、アンサンブル平均としての量(汎地球的な地磁気変動、世界の平均気温、排出されるCO₂量、など)を生存圏状態パラメータとして抽出する。マクロパラメータは長期間(年単位)の変動で見ると、太陽活動周期のようなトレンド性とノイズ的な確率変動の混合状態にある。そこで取得したパラメータデータセットに通常の統計処理に加えて極値統計などの技術も適用し、また別の要素との相関を取るなどして、現時点で置かれている状況の定量評価を行う。更にここで得られるマクロ生存圏の面しているリスク評価値を将来におけるリスク変動パラメータとして確率過程に組み込み、長期予測モデルの開発に着手する。これは数学的には確率微分方程式に帰着されるものであり、数値的に解析

するためのアルゴリズムの作成を含む。最終的に、方程式系の解のセットから「生存圏パラメータ」と言える指数を創出し、その物理的な妥当性を検証する。

廣岡孝志（矢崎一史）：植物を用いた内分泌攪乱物質の環境浄化

本研究では、植物を利用した内分泌攪乱物質の環境浄化システムの開発を目的としており、具体的には以下に示す2つの研究テーマを遂行している。土壌中には、植物に対して例えば鉄などの無機栄養塩の吸収を促進させたりして、その成長を促進させる微生物が存在している。これらの微生物を植物に意図的に作用させ地上部や根の成長量を増加させることにより、環境中からより多くの量の内分泌攪乱物質を植物体内に捕集できるのではないかと考えた。そこで本研究では、マメ科植物とその成長を助ける根粒細菌を用いて、これらの微生物の共生がマメ科植物の内分泌攪乱物質処理量に与える効果を検討している。一方、一般的にPCBなどの高い脂溶性を有する内分泌攪乱物質は、土壌粒子などに強固に吸着して、生物による分解作用を受け難くなることにより環境中に長期間残留する。植物の中には根表面に脂溶性の代謝産物を分泌・蓄積するものがある。このような代謝産物は、土壌粒子に吸着した汚染物質の遊離を促進するだけでなく、その物質の根表面から植物体内への吸収を助けると考えられる。本研究では、現在、シコニンとよばれる脂溶性の二次代謝産物を根で生産・蓄積するムラサキ毛状根を用いて、その内分泌攪乱物質の除去量がシコニン蓄積により増加するかどうか検討している。

古本淳一（塩谷雅人、中村卓司）：熱帯域における森林・大気相互作用に関する研究

本研究では、熱帯域における森林と大気の相互作用を衛星データや地上リモートセンシング装置を用いて調べることが目的としている。また、今まで生存圏研究所において培ってきた大気リモートセンシング技術を森林圏に適応することにより森林上空の大気状態を詳細かつ精密に測定する新しい観測技術の開発を行っている。本研究では水温の高い海域に囲まれた多雨領域であるインドネシア周辺の降雨特性はエルニーニョやインド洋ダイポールなどグローバルスケールの気候変動に大きく影響を受けており、その気象変動と森林状態の関係は森林状態にも大きく影響を及ぼしていると考えられる。衛星データによる過去20年の植生データ（正規化植生指数(NDVI)）を降雨量データと比較解析することにより、エルニーニョにともなう降雨特性とNDVIの間の相関があることを見出した。また、信楽MU観測所に既存の小型ラマンライダーを可動化させることにより森林上空での水蒸気、温度の観測を可能とするための研究開発を推進している。本年度は本ラマンライダーを車載化させることにより機動観測を可能とさせ、試験的観測をおこなうことにより可動観測を実証した。

古屋伸秀樹（畑 俊充、今村祐嗣）：廃棄保存処理木材から発生する高濃度砒素および重金属を含んだ抽出液の無害化

保存処理剤に含まれている有毒元素の環境への溶出が判明し、世界的な問題となっており、早急に汚染環境の浄化技術と廃棄木材の処理技術を開発することが求められている。本研究では、保存処理木材の無害化を目的とし、有毒元素の抽出、抽出廃水の浄化、抽出後の木材の高付加価値化によるリサイクルという課題に取り組む。本年度は、シュウ酸塩水溶液に抽出された高濃度砒素を吸着法によって分離する方法と、基盤材料である吸着材合成の研究を実施中である。本研究の高度分離技術を適用した応用課題は、平成17年度クリタ水・環境科学振興財団研究助成金、および平成17年度住友財団環境研究助成金の公募に採択された。

小島陽一（小松幸平、矢崎一史、黒田宏之）：遺伝子発現を指標としたスギの各種材質特性の解明

本研究では、日本固有の樹種であるスギの高度利用を前提とし、その各種材質特性を遺伝子レベルで解明することを最終目標としている。本研究で用いているヤマグニスギは古くから京都府を代表する優良品種であり、本研究で得られる成果はスギ育種の高度化、地場産業としての林業の活性化さらには我が国全体における林業の活性化に貢献するものと期待している。ヤマグニスギは苗木の段階での針葉の形状が将来の通直性に影響を及ぼすということが苗木業者の長年の経験で明らかになっている。つまり「苗木段階での針葉の形状が内巻きである個体は通直な樹幹を形成するが、針葉の形状が外向きである個体は成長途中で樹幹が曲がってしまう」ということである。このことは現段階であくまで経験則であり、科学的に明らかになっていない。そこで本研究では、この経験則を分子生物学的手法を用いて遺伝子発現の観点から解明することを目指している。

2.4 萌芽ミッションプロジェクト研究の成果

研究課題：マイクロ波照射による植物遺伝子の発現変動に関わる分子生物学的解析

研究組織：代表；矢崎一史（生存圏研究所）

共同研究者；篠原真毅、三谷友彦（生存圏研究所）

研究概要：マイクロ波は我々の生活の中で様々な形で利用されており、その有用性は今後も拡大していくことは必至である。しかし利便さの反面で、マイクロ波の生物に対する影響は科学的に追及されるべき重要な課題である。従来よりマイクロ波の生物学的影響は、ヒトを中心とした動物で活発に研究されているが、植物など他の生物を対象とした研究はほとんど例がない。そこで、本萌芽プロジェクトでは、将来の宇宙太陽発電所構想に伴うマイクロ波の植物に対する影響を、様々な波長帯、エネルギーで検討する一方で、電磁波を生物機能制御のツールとして開発する方向の研究も行う。具体的には、マイクロ波照射による植物遺伝子発現の人為的制御技術の開発を視野に入れた、分子生物学的解析を行う。この萌芽ミッションにおいて、矢崎はマイクロ波照射によるアラビドプシスの遺伝子発現変動の解析を、篠原および三谷はマイクロ波照射装置の構築とマイクロ波エネルギーの測定を担当する。

研究課題：分光反射指標を用いたヒノキ人工林における炭素固定機能の評価

研究組織：代表；谷誠（京都大学農学研究科）

共同研究者；小杉緑子・中西理絵（農学研究科）、中村卓司（生存圏研究所）

研究概要：森林の温暖化抑制機能を地球規模で評価するためには、森林における CO_2 交換量を衛星データによって推定することが不可欠である。そのためには的確な分光反射指標を見だし、活用してゆく必要がある。葉面積指数など植生理量の推定に用いられる NDVI に加え、最近では光合成活性にかかわる分光反射指標として、光合成過程を構成する光化学系 II に基づく PRI が注目されてきた。本研究は、ヒノキ林における PRI の変動特性を、群落 CO_2 フラックス観測、個葉における光化学系 II の活性測定に基づいて検討し、PRI を用いた光合成速度評価の可能性を探ることを目的とした。1年5ヶ月にわたる測定の結果、落葉広葉樹で行われた先行研究と同様、常緑針葉樹のヒノキ林においても、PRI の季節変化や日変化は光化学系 II の活性の変動に対応することが明らかになった。また、光利用効率は、晴れの場合に PRI と相関が強く、曇りの場合には相関が低い傾向があった。晴れ、すなわち強光時に相関が高い理由としては、光合成速度が光化学系 II の活性に依存する点が挙げられるが、曇り、すなわち弱光時には、光利用効率が光強度で決まる一方、光強度に対する PRI の変化が季節毎に異なるため、両者の相関が低下したものと推定される。以上のように、ヒノキ林における PRI の季節変化・日変化の特性が明らかにされるとともに、PRI を活用して光利用効率を評価するにあたり、晴れの場合については PRI による評価可能性が高いことが示された。また、曇りを含む一般の場合に対して、分光反射指標を活用した光合成速度評価を可能にするためには、PRI と光利用効率の関係において、季節性と光強度の影響を検討して行く必要があることが指摘できた。

研究課題：アカシア人工林における気象環境に関する調査研究 ― 広域の雨量の時空間分布

研究組織：代表；林 泰一（京都大学防災研究所）

共同研究者；塩谷雅人、中村卓司（生存圏研究所）

研究概要：一斉植林森林の大気との相互作用、大規模人工林の生態と気象・大気環境の相互作用を明らかにすることを目的として、気象観測を開始した。対象地域は、インドネシアのスマトラ島の南西部のMHP社林地内のアカシア人工林である。19 万 ha の広大な森林内の気象要素の空間分布、特に降水の広域の時空間分布を観測することによって、森林内の樹木の成長などの生態に、気象現象がどのように関わっているのか、また、逆に広大な森林の存在が気象現象に関係するのかを明らかにすることが、この研究の目的である。2004、2005 年度に、自動気象観測装置を4カ所、転倒ます雨量計を4カ所に設置し、気象要素の連続観測を開始した。現在のところ、まだ十分に観測データを入手できていないが、2 週間程度の観測期間においても、観測場所によって、2 倍程度の降水量の違いがあることがわかった。その違いが、ある特定の日の特定の短時間の豪雨時の降水量の違いに起因することがわかった。気象観測網による観測を数年程度継続して、日変化、季節変化、年変化など時間スケールに

よる降水の違いを明らかにしていく。同時に観測点を拡充整備し、空間的な分布を明らかにする。これらの気象データと、森林内の樹木の成長との関係を調べることで、森林の生態と気象現象の間の、多様な時空間スケールにわたる関係を明らかにすることが期待できる。さらに、将来的には、森林内外の風速、気温、湿度、二酸化炭素などの乱流変動を測定することによって、大規模人工林と大気とのエネルギーおよび物質輸送を評価できれば、より詳細な森林大気相互作用や大気乱流の振る舞いを明らかにできる。

研究課題：生物肥料効果が期待される難水溶性リン酸塩の可溶化能力が高い菌類の選抜

研究組織：代表者；服部武文（生存圏研究所）

共同研究者：梅澤俊明（生存圏研究所）、Erman Munir（ノーススマトラ大学）、岩瀬剛二（株式会社 関西総合テクノス）

研究概要：本研究は、インドネシアにおける熱帯早生樹の植林において、生物肥料として効果を発揮できる可能性のある軟水溶性リン酸塩の可溶化能力をもつ外生菌根菌及び木材腐朽菌を、インドネシアの森林より採取する事を目的とする。これらの菌は樹木のリン吸収を促進し、ひいては樹木の生育を助けることが期待される。インドネシア北スマトラ大学演習林に生息する難水溶性リン酸塩可溶化能力を持つと期待される菌類を、木材腐朽菌を中心に 50 菌株を単離した。それらは、子実体の形態的な特徴から *Polyporus* 属 2 種、*Trametes* 属 3 種、*Mycena* 属 2 種、*Cyathus* 属 1 種、*Auricularia* 属 1 種、*Marasmius* 属 1 種、*Pleurotus* 属 1 種、*Geastrum* 属 1 種、*Schizophyllum* 属 1 種、*Marasmius* 属 1 種と考えられた。しかし、外生菌根菌を単離できなかった。そこで、インドネシア MHP 社の Subanjeriji におけるアカシア林にて外生菌根菌の単離を再び試みたが、子実体を見出せなかった。この子実体の取得は現在現地の協力研究者と共に続行することとした。単離した木材腐朽菌の難水溶性リン酸塩可溶化能力に関しては、現在リン酸カルシウムを用いて検討中である。一方、現地を訪問することにより、本課題に関する直接的な成果ではないが、アカシア森林の場合 *Ganoderma* 属菌による根腐れによる被害も無視できない問題であることを確認した。

研究課題：ホウ酸は何故シロアリに有害か

研究組織：代表；東 順一（京都大学農学研究科）

共同研究者：角田邦夫、吉村 剛（生存圏研究所）、蓮尾秀一（京都大学農学研究科）

研究概要：ホウ素は、植物にとっては必須微量元素の一つで、96～99%以上が細胞壁に存在し、ラムノガラクトナン II と呼ばれるペクチン成分と結合して架橋構造を形成して一次壁を強固にするもととなっている。これに対し、ホウ酸とホウ酸塩は動物や昆虫には障害的に作用し、ゴキブリやシロアリの防除薬として有用である。ホウ酸はシロアリに摂取され、巣に蓄積し、コロニー全体のホウ酸濃度が上昇し、コロニーが死滅する。しかし、ホウ酸の動物・昆虫に対する毒性作用の詳細は不明である点に鑑み、シロアリに対するホウ素の作用メカニズムの解明への手がかりを得ることが本研究の目的である。本研究では、イエシロアリの職蟻をホウ酸を含浸させたアカマツの辺材の木粉で飼育し、ホウ酸のシロアリ体内への取り込みを分析した結果、イエシロアリの職蟻はホウ酸の有無を問わず、餌を摂食し、死亡したシロアリは一頭当たりホウ素を約 20ppm 含んでおり、その約 10～20%が体表組織に、約 50%が体表・消化管以外の体液部に存在する（60～70%が消化管以外の部分に存在する）ことがわかった。脂肪体に存在する量は限られているので大部分は体液に存在することになる。消化管にもホウ素は存在しているが、腸壁に蓄積することはなかった。しかし、ホウ酸の摂取により、共生原生動物が消失し、消化管が著しく縮退していた。¹¹ B-NMRによると、体内に取込まれたホウ素は遊離のホウ酸の形で存在している。従って、ホウ酸はシロアリ腸壁からホウ酸の形で取込まれ、遊離の形で存在すると考えられる。この研究成果は、シロアリの防除、木材の高耐久性向上の基礎研究にとどまらず、将来環境にやさしく、より安全な長期保存型木質材料の開発に寄与すると考えられる。

2.5 ミッションプロジェクト研究

生存圏研究所ミッションに関連して以下の研究プロジェクトを実施した。

ミッション1（環境計測・地球再生）

「植物由来揮発性有機物質の生理的意義と大気化学へのインパクト」

「木質資源蓄積に対する環境要因効果解析システムの構築」
「森林微生物による森林圏土壌活性化機構に関する研究」
「組換えポプラの網室における成長解析と安全評価試験」
「熱帯樹による年輪気候学」
「植物を用いた内分泌攪乱物質の環境浄化」

ミッション2：太陽エネルギー変換・利用

「白色腐朽菌を利用した木質バイオマス変換」
「木材加工へのマイクロ波応用に関する基礎技術開発」
「木材基板のアンテナ応用に関する基礎技術開発」
「木材劣化生物及び放射線を用いた木質バイオマスの効率的エネルギー変換」
「自己放熱性炭素基板材料の開発」
「マイクロ波がキノコに与える影響」

ミッション3：宇宙環境・利用

「宇宙環境シミュレータの開発」
「放射線帯高エネルギー粒子生成機構の研究」
「小型宇宙電磁環境モニター装置の開発」
「宇宙用導電軽量木質材料の開発」
「エネルギー収支の確率的変動に基づく生存圏リスク評価の数値モデル開発」

ミッション4：循環型資料・材料開発

「低環境負荷・資源循環型長寿命木造住宅」
「木造住宅とマイクロ波利用—住宅材料の電波吸収特性とユビキタス電源—」
「低環境負荷型シロアリ防除システムの開発」
「エコ住宅用空気質調整材料の開発と調湿機能評価」
「天然系接着剤の開発」
「資源循環型木質系材料開発」
「CCA 処理廃棄木材の無害化」
「遺伝子発現を指標としたスギの材質特性の解明」

インターミッション

「アカシアプロジェクト」

熱帯地域における大規模人工造林と地域環境の調和ある共存は、直近の重要研究課題である。本プロジェクトは、国内外の研究機関・企業と連携して、スマトラ島のアカシアマンギウム植林地（19 万ヘクタール、大阪府面積に相当）において、大気圏・森林圏・人間生活圏の物質循環の精測を行い、それに基づき、地域の環境を損ねることなく木材生産の持続性と循環性を保証する方策を考えることを目的としている。