

【総説】

千葉県木質バイオマス新用途開発プロジェクトから 山武町バイオマスタウン構想の展開へ

篠山 浩文¹, 西野 文智², 塚越 寛³, 坂本 一憲⁴, 百原 新⁵, 沖津 進⁵

(¹微生物工学研究室, ²千葉県バイオマスプロジェクトチーム, ³環境健康フィールド科学センター,
⁴土壌学研究室, ⁵緑地生態学研究室)

Research and development for designing a social system in which an efficient utilization of woody biomass in Chiba Prefecture and an educational program for constructing the “Sambu Biomass Town”

Hirofumi Shinoyama¹, Fumitomo Nishino², Satoru Tsukagoshi³,
Kazunori Sakamoto⁴, Arata Momohara⁵, and Susumu Okitsu⁵

(¹Microbial Engineering; ²Biomass Project Team, Chiba Prefecture;

³Center for Environment, Health and Field Science; ⁴Soil Science; ⁵Forest Ecology)

Abstract

The “Biomass Town” concept, which identifies municipalities that deal comprehensively and appropriately with local biomass resources from generation to utilization, is promoted in Chiba Prefecture. We have organized the Biomass Town and implemented a comprehensive system of woody biomass in Sambu area. Accomplishments in the project and an educational program including communication with the people for constructing the Sambu Biomass Town are described in this review.

1. はじめに

千葉県では、平成15年に「バイオマス立県ちば推進方針」を策定し、地域バイオマスの総合的・効率的利活用を図る「バイオマスタウン」の構築を目指した取り組みを進めている。特に、製材残材、林地残材をはじめとする「木質バイオマス」は、県内に200～300万トン賦存すると推計され、製材残材等の適正処理に係わる事業者負担の増加や山武地域におけるサンプスギの溝腐（みぞぐされ）病蔓延による被害林の拡大といった緊急課題に直面している。

篠山らは、平成5年度より、サンプスギを中心とした木質廃棄物および家畜排泄物の再資源化システムの構築について検討している。その検討過程で、スギ葉、間伐材、木粉等の未利用スギ資源を効率よく分解し、有用配糖体を合成する能力を有するキシラナーゼを生産する葉圏糸状菌や、食用きのこを形成するスギ担子菌をスギ林

内から分離し、それらを活用したスギ資源多段利用システムを提案している。さらに、千葉県が中心となって組織した「木質バイオマス新用途開発プロジェクトチーム」（県研究機関、千葉大学、山武町、千葉県産業振興センター、県内企業および林業・木材産業団体等）に参画し、平成16年度から「木質バイオマス利活用実用化促進事業」（図1）を担っている。また、山武町では「バイオマスと共に暮らし、バイオマスと共に栄える『さんぶ』」を基本理念とした住民主体の山武町バイオマスタウン構想を政府に提出し、平成17年11月に全国に向けて公開したところであるが、その構想の具現化に千葉大学園芸学部学生、教員らが緊密に関わりつつある（図2）。

本稿では、千葉県木質バイオマス新用途開発プロジェクトにおける研究成果を紹介すると共に、山武町バイオマスタウン構想のような地域貢献型プロジェクトにおける学生の関わり方について論じる。

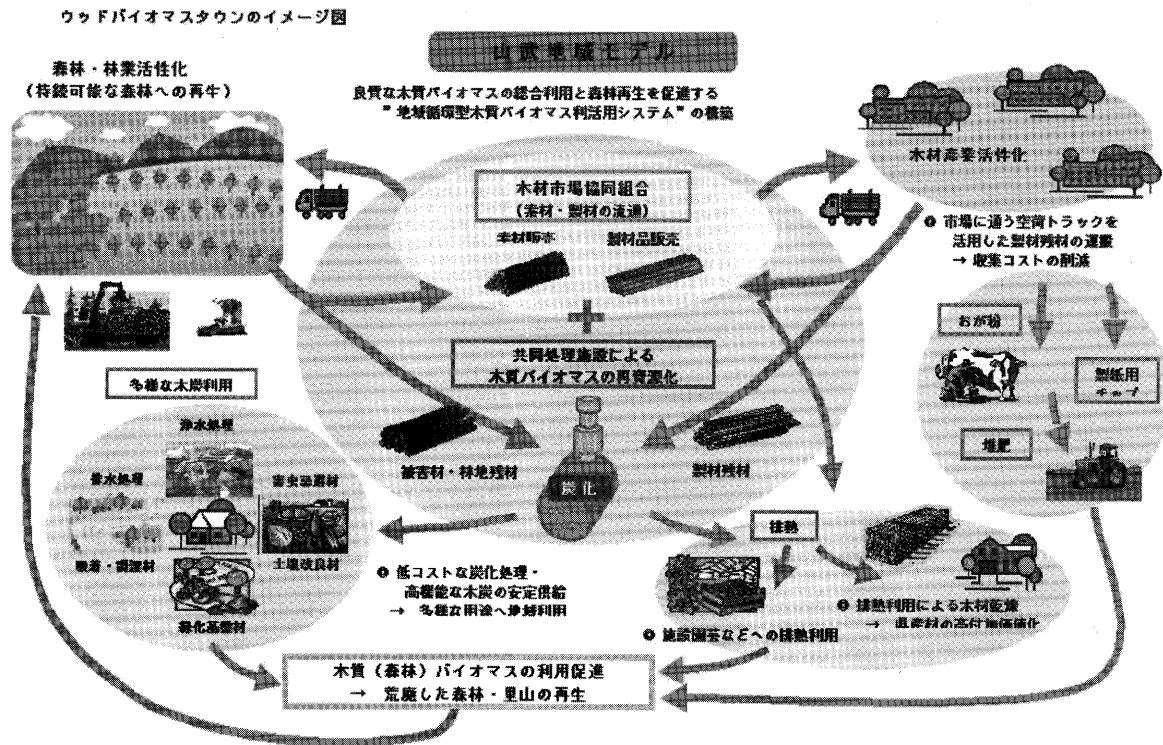


図1 千葉県木質バイオマス利活用実用化促進事業

山武町バイオマスタウン構想推進体制図

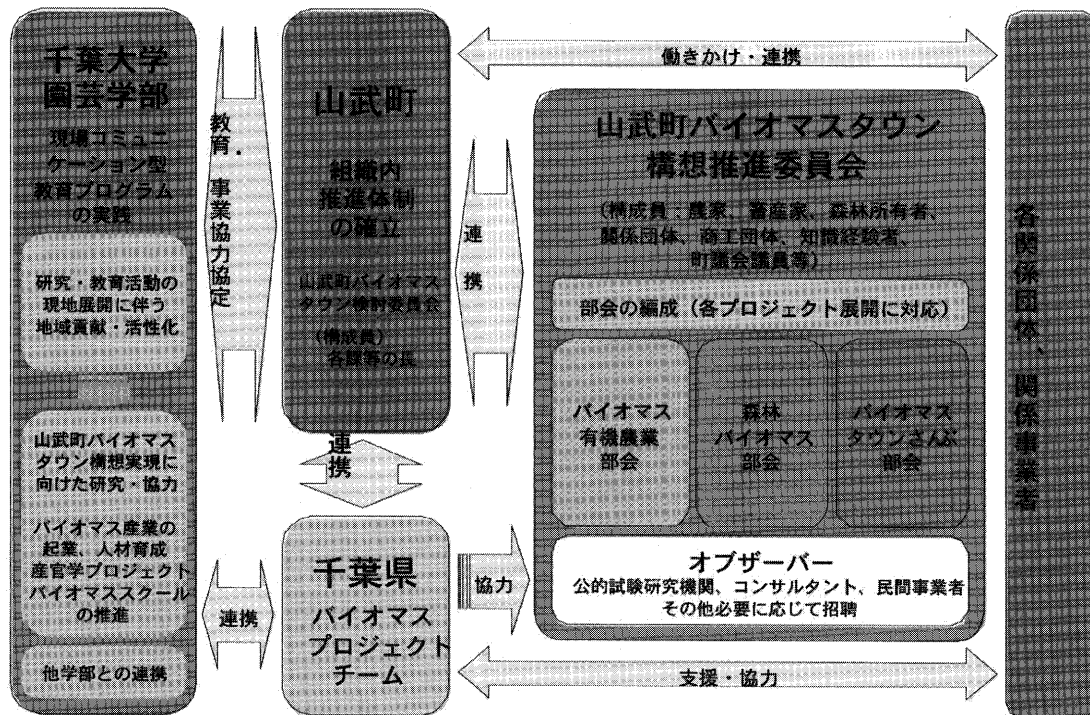


図2 山武町バイオマスタウン構想における園芸学部のかかわり

2. 微生物機能をサンプスギ残材の再資源化に活かす

「微生物を使って、スギ残材を“ダイヤモンド”に換えられないだろうか」これは山武地域を十数年前に調査した際、現場の方から発せられた切実な声である。我々も何とかできないであろうかという思いから、スギ林地の微生物菌相調査、有用と思われる微生物の単離とその諸性質の解析、実用化に向けた検討等を試みてきた。ここでは成果の一部を紹介する。

2.1 スギエダタケの利用

スギエダタケ (*Strobilurus ohshimae*) はスギ林内において、地中に埋もれたスギの枝から子実体の特異的に発生する食用担子菌である。本菌は、スギのリグニン分解能力、ラッカーゼ生産性に優れ、これまで報告の少ない針葉樹の白色腐朽菌であることを微生物工学研究室本間（博士課程）が明らかにした [1]。特に、本菌のリグニン分解能はスギ材を基質としたときに発現され、ブナ材では発現されないことも明らかとなり、このことが、スギエダタケの宿主特異性を示す一要因と推察された。さらに、スギエダタケの栽培化についても検討し(図3)、子実体の発生率を100%にまで上昇させることに成功した [2]。また、スギエダタケの廃培地がマイタケ等の市販菌の栽培に適していることも明らかとなり、スギエダタケはスギ資源を多段的に利用する際の鍵となる菌種として期待されている [3]。

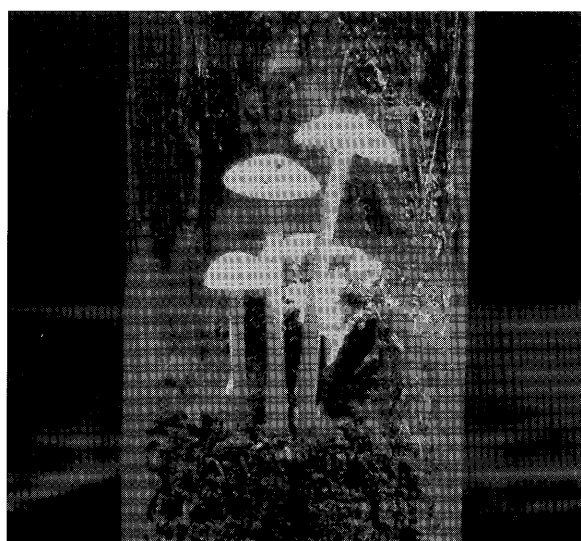


図3 スギエダタケの人工栽培

2.2 スギ生葉に生息する微生物の利用

千葉県山武地域および北海道、秋田、岩手、新潟、茨城、埼玉、東京、京都、熊本、沖縄地方のスギ林からスギ生葉を採取し、特に表面殺菌などの処理をせずにポテトデキストロース寒天平板培地に置床後、25℃にて2～3日間培養した。優占的に生育してきた糸状菌を分離、同定したところ、全ての地点から *Pestalotiopsis* 属糸状菌 (図4) が分離された。 *Pestalotiopsis* 属糸状菌群は、スギ抽出成分に対する耐性能および資化能を有するほか、スギ木粉やスギ生葉粉碎物を原料とした培地において良好に生育し (図5)、キシラナーゼを著量生産した。さらに、本キシラナーゼは、カテコール、レゾルシノール、ハイドロキノン、ピロガロール、プロトカテク酸といった抗菌性を示すフェノール性化合物を配糖化する能力を

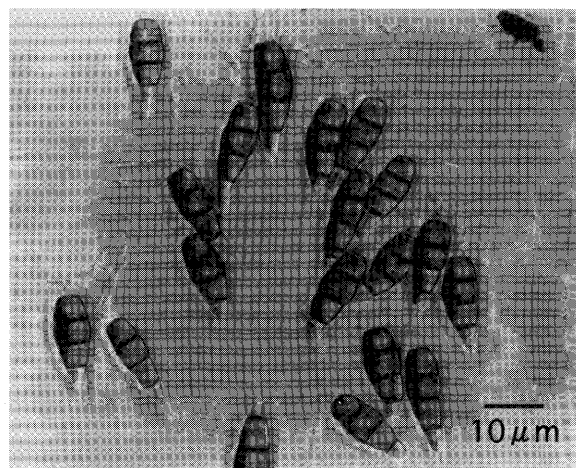


図4 *Pestalotiopsis* 属の胞子

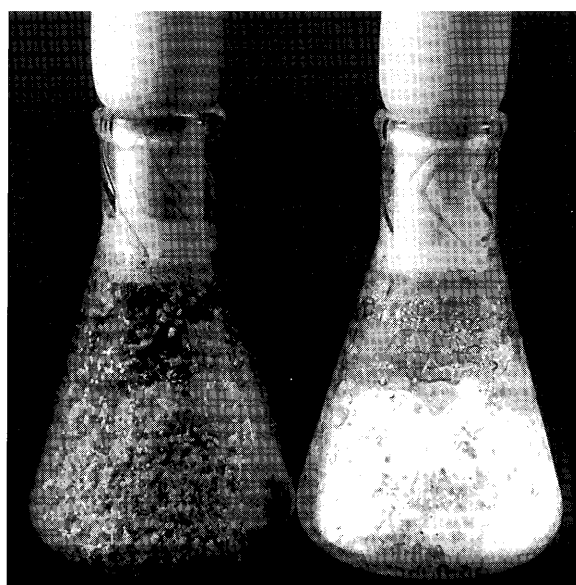


図5 スギ木粉培地における *Pestalotiopsis* sp. の生育
(左) 未接種；(右) 接種

有し、酵素法による各種配糖体の合成（図6）に利用できることが示唆された[4]。また、家畜排泄物の有効利用と悪臭軽減を目的に *Pestalotiopsis* 属糸状菌をスギ木粉培地に生育させたのちに、その培地に牛ふん尿を投入したところ、*Pestalotiopsis* 属糸状菌を生育させていないスギ木粉培地に投入した時よりも速やかに牛ふん尿臭が消失した。このことから、*Pestalotiopsis* 属糸状菌生育後のスギ木粉培地はキシラナーゼの給源のほかに家畜排泄物の消臭剤としての用途の可能性も示された[5]。

以上2.1, 2.2の知見から、図7に示したような微生物機能を活用したスギ資源多段利用システムの提案に至っている。

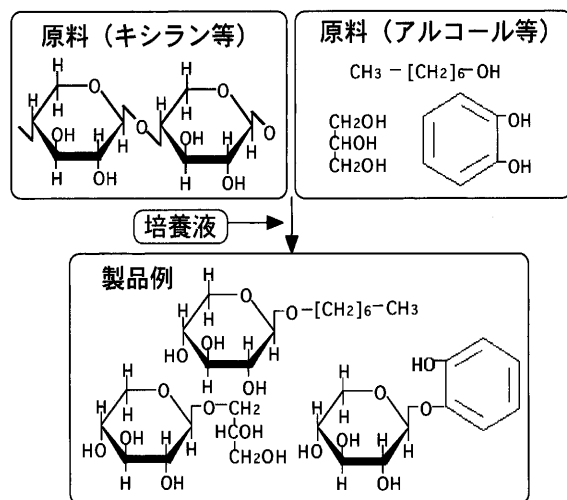


図6 *Pestalotiopsis* sp.キシラナーゼによる配糖体の合成

3. 千葉県木質バイオマス新用途開発プロジェクト（炭化プロジェクト）への参画

微生物機能によるサンプスギ残材の再資源化だけではその処理量に限界がある。このため、炭化することによるサンプスギの利活用に関しても様々な角度から検討を進めている。炭化時に産出する木酢液に関する共同研究成果は他書[6, 7, 8]に譲り、ここでは千葉県木質バイオマス新用途開発プロジェクト（炭化プロジェクト）における成果を紹介する。

本炭化プロジェクトにおいて、千葉大学は、工学部（総合安全衛生管理機構）の立本英機教授が㈱ムラマツ製炭化装置（図8）を使用したサンプスギ残材の炭化最適化試験、園芸学部の篠山、坂本、環境健康フィールド科学センターの塚越らがスギ炭化物の農業分野への利用性評価試験を担当している。以下の成果は平成16年度学部学生今井、福井らが環境健康フィールド科学センター内で行ったものである。本炭化プロジェクト全体の成果は報告書[9]を参照願いたい。

供試植物としてサラダナ（1, 2作目：サマーグリーン（タキイ種苗）；3作目：岡山サラダナ（タキイ種苗））、土壌改良資材として3種類（スギ、ナシ、タケ）の木炭を用いて3回連作し、木炭による連作障害緩和能を比較評価すると共に、根域土壌における微生物相の変化を培養法およびPCR-DGGE（Denaturing Gradient Gel Elec-

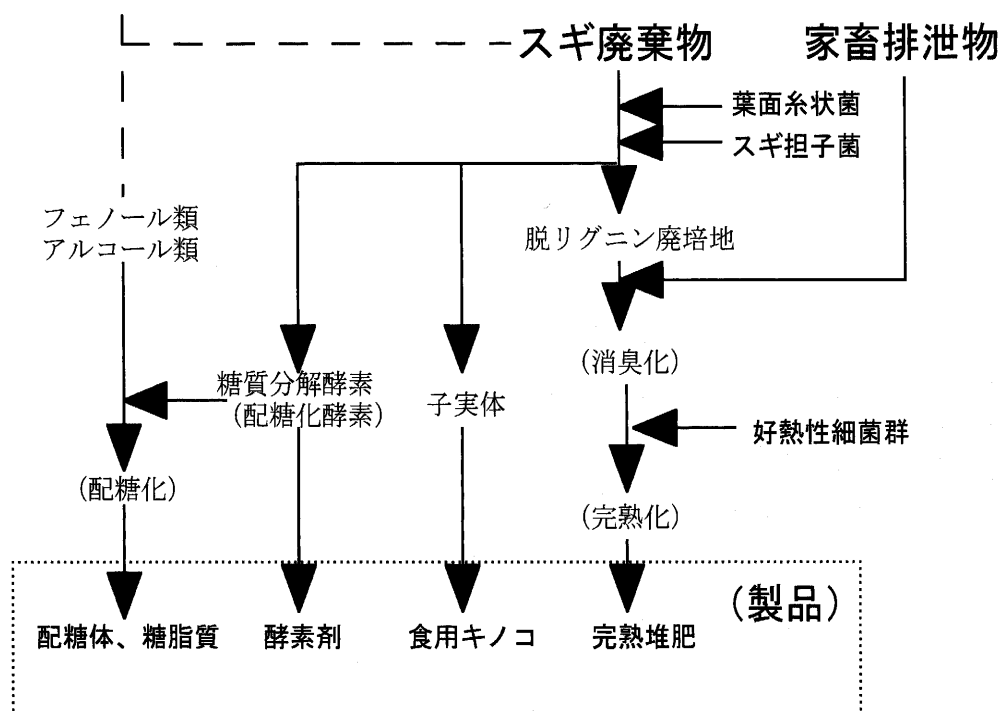


図7 微生物機能を活用した未利用スギ資源利用システム

trophoresis) 法により解析した。なお、木炭の粒径は2種類とし、0.3cm以上1.0cm未満を「粒炭」、0.3cm未満を「粉炭」として使用した。木炭投与量は5% (v/v) とした。

炭無添加区やスギ粒炭区では連作障害が顕著だったのに対し、スギ粉炭区およびナシ粉炭区では連作障害が緩和され、スギ木炭による連作障害緩和能が、粒径により異なるといった結果が得られた。PCR-DGGE法により根域微生物相を解析したところ、栽培一回目終了時には各処理区の微生物相は、比較的類似していたが、栽培三回目終了時には、すべての処理区で検出される微生物も

存在したが、各処理区で微生物相が異なっていた(図9)。特に、連作障害が強く生じたスギ粒炭区や無処理区において微生物相(図9 枠内)が類似していた。一方、栽培後の木炭に生息する微生物相を検討したところ、*Flavobacterium* sp.が顕著に認められ、木炭に生息しやすい細菌群の存在が示唆された。以上より、木炭施用の有無やその種類、形状によって根域微生物相が変化し、連作障害の緩和に何らかの影響を及ぼしていることも予想された。また、詳細は省略するが、粒炭の施用では硝酸態窒素の流亡を抑制し、粉炭の施用では土壌の養分保持・供給能力を高める可能性も示唆された。

17年度は、坂本が中心となって、山武町内の農家と連携しながら現場におけるスギ炭化物の評価を試みている。



図8 サンプスギ製材残材(背板)の炭化試験

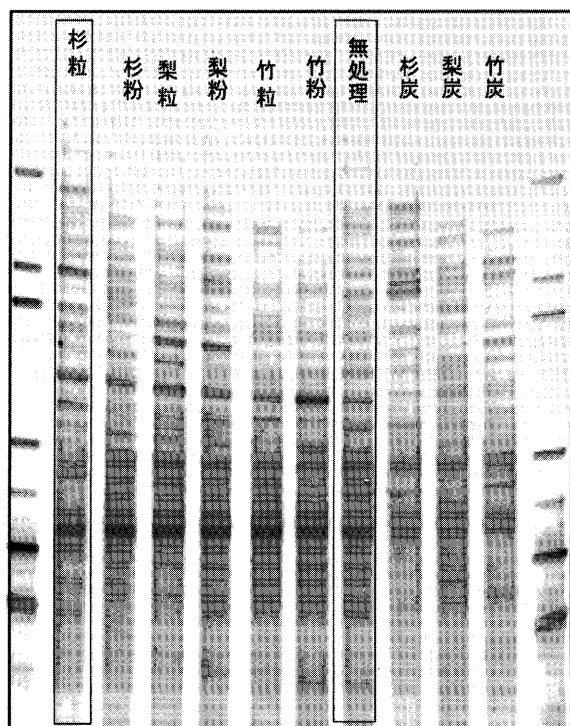


図9 三作目後の根域土壌のPCR-DGGE分析
(今井豊卒業論文より)

4. 山武町バイオマスタウン構想プロジェクトと園芸学部教育プログラムとの連携

4.1 山武町バイオマスタウン構想について

山武町は、「みんなでつくる明るく健康なまち」を将来目標としている。基幹産業の農業において、さんぶ産農産物のブランド強化を目指し、安心や安全の提供をテーマとする有機農業の振興や大都市圏立地の利便性を活かす新たな物流開発や特区制度の活用などが実施されている。課題を抱える林業については、林業の再生や健康などをテーマとする新たな付加価値を生み出す産業の掘起しなどを目標としている。基幹産業である農業と林業の振興という点においても、未利用バイオマスの有効利用システムの確立が不可欠であり、町全体の取組を推進するために、平成17年度から「山武町バイオマスタウン構想推進委員会」(委員長：篠山)を設置し、地域におけるバイオマス利活用の検討、推進を図っている(図2)。

4.2 「現場コミュニケーション型教育プログラム」の特徴

山武町バイオマスタウン構想の推進にあたり、沖津、百原、篠山らは、「現場コミュニケーション型教育プログラム」を提案し、山武町との連携を深めている。すなわち、園芸学部が山武町のバイオマスタウン推進構想を積極的に支援することで、総合的地域研究プロジェクトを設定・推進し、スギ溝腐病などの山武町固有の地域問題解決を図るとともに、地域における「知の拠点」として、複合・総合領域における教育研究拠点の形成を推進しようとするものである。

具体的なプログラム内容は以下の通りである(図10)。「1：上記バイオマスタウン構想推進委員会に専門性の異なる園芸学部系教員と学生が参画し、委員会での議論

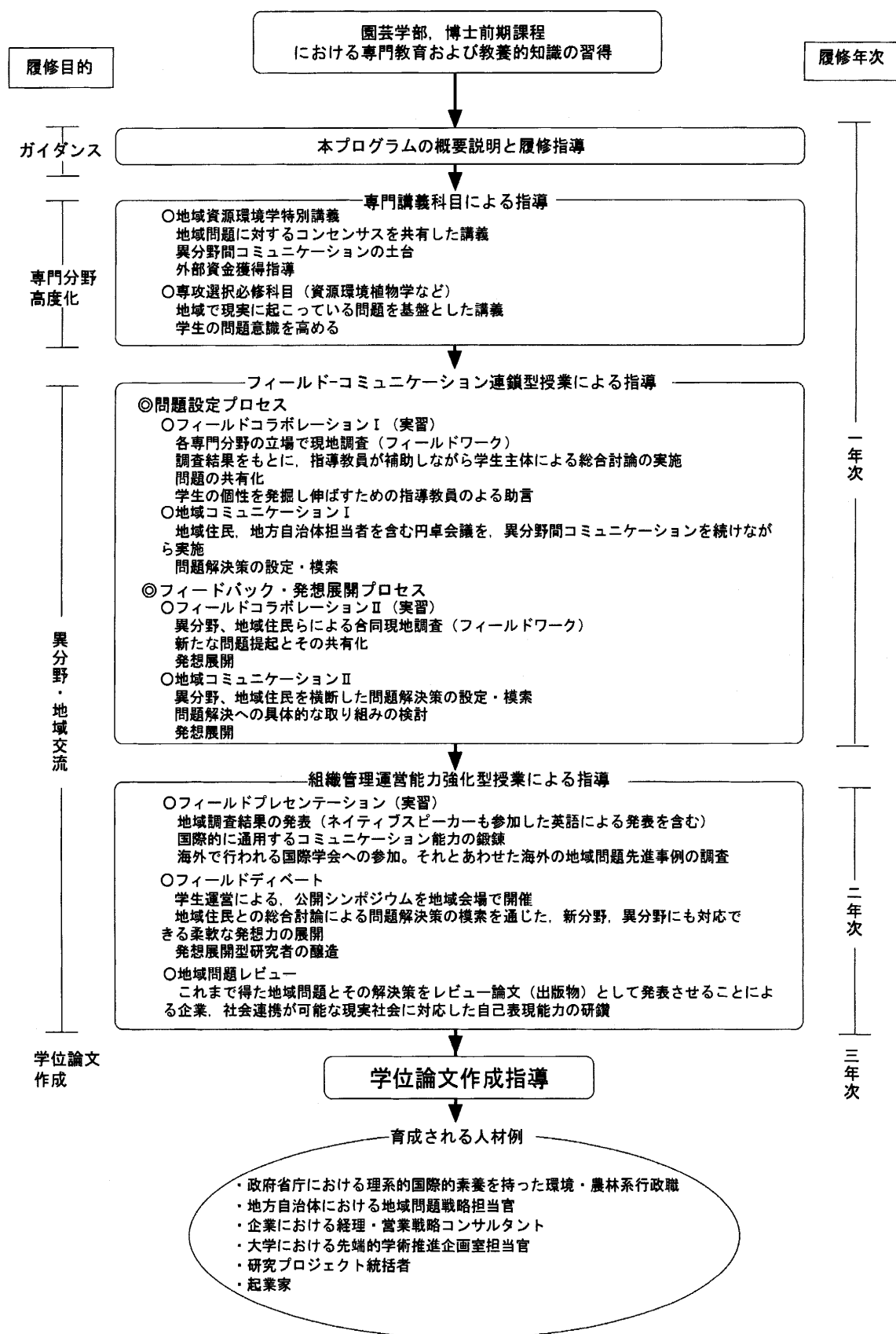


図10 現場コミュニケーション型教育プログラム

を十分に踏まえ、各自の高い専門性を生かして個別の問題点を抽出する。」「2：行政や民間企業と教員、学生が連携して地域現場でフィールドワークを行う。」「3：プロジェクト参加教員と学生とが密接にコミュニケーションをとりながら、専門分野横断的なフィールドコラボレーションと住民参加型の地域コミュニケーションにより地域問題の解決を図る。」「4：地域住民との総合討論、地域問題レビュー、事例調査などにより、多岐にわたる領域を統括管理し、全体をマネジメントできる学生を育成する。」

将来的には、博士課程に本プログラムを導入し、理系の素養を持ちながら、高度なマネジメント能力を持つ修了生を各界に輩出することを視野に入れている。なお、本プログラムの実施により、バイオマスタウンの実現と学生の自己実現との双方への効果が期待されるため、平成17年9月に山武町と園芸学部が相互協力協定書を締結している。

5. プロジェクトにおける学生の関わり方

内容、性質により異なるが、これまでのプロジェクトは、縦割り型で教員主導型のものが多く、結果的に学生が「手足」のような位置付けになってしまう。論文数等の成果は上がるものの、発想展開力、創造性等の育成には障害となる恐れもある。今後、これまで以上に大学の研究費が逼迫することから、大型予算が絡むプロジェクト型研究が主流となり、「効率」の名のもとに学生がますます「手足」になりかねない状況である。しかし、一方で、職種を問わず、様々な分野において、発想力、創造性、問題解決能力、マネジメント能力等「効率」的に身につくことが難しい能力がますます必要とされているのも事実である。したがって、これからの大学教育において、プロジェクトにおける学生の関わり方については十分に検討していかなくてはならない重要な課題といえよう。このような見地から、我々は、今回論じてきたような山武町バイオマスタウン構想プロジェクトにおける「現場コミュニケーション型教育プログラム」(図10)を提案し、学生が主体的にプロジェクトを構築し、行動を起こせるような教育プログラム(カリキュラム)が展開できないかどうか模索を開始したところである。今後様々な分野の方々と「コラボレート」しながら検討していきたい。

摘 要

千葉県では、地域のバイオマスの総合的・効率的な利

活用を図る「バイオマスタウン」の構築を推進している。この取り組みの中で、我々は山武地域における木質バイオマスの再資源化システム構築や山武町バイオマスタウン構築プロジェクトに参画している。本稿では、これらプロジェクトの成果を紹介するとともに、山武町バイオマスタウン構築を例とした「現場コミュニケーション型教育プログラム」を提案した。

参考文献

- [1] H. Homma, H. Shinoyama, H. Nobuta, Y. Terashima, S. Amachi and T. Fujii, Lignin-degrading activity of edible mushroom *Strobilurus ohshimae* that forms fruiting bodies on buried sugi (*Cryptomeria japonica*) twigs, *J. Wood Science*, in press (2006).
- [2] 本間裕人, 篠山浩文, 信田幸大, 天知誠吾, 藤井貴明: スギ林にて発生する食用菌スギエタタケの栽培化に関する予備検討, 日本きのこ学会誌, 印刷中(2006).
- [3] 本間裕人, 篠山浩文, 小林義弘, 天知誠吾, 藤井貴明: スギ資源多段利用システムの構築を目的としたスギ木粉廃培地による各種食用菌の栽培, 食と緑の科学(千葉大学園芸学部学術報告), 印刷中(2006).
- [4] H. Shinoyama, M. Tsuura, Y. Kobayashi, M. Saito and T. Fujii: Xylanases of *Pestalotiopsis* spp. isolated from healthy leaves of *Cryptomeria japonica* and their applications, *Biotechnology of Lignocellulose Degradation and Biomass Utilization*, UNI PUBLISHERS CO., LTD, 541-542 (2004).
- [5] 篠山浩文: スギ資源とそれを利用する菌類の機能を活用した家畜排泄物の軽減, 財双葉電子記念財団年報, 114-123 (2002).
- [6] 篠山浩文: 葉面微生物の視点から木酢液の抗菌効果に迫る 別冊現代農業2004年4月号, 191-193, 農文協(2004)
- [7] 篠山浩文, 清水利夏, 塚越 覚: 木酢液の病虫害抑制効果～葉面微生物の動的変化からの解析 農業技術大系 土壌肥料編 追録15号 第7—2巻 資材156の17の8～11, 農文協, (2004)
- [8] 篠山浩文 木酢液の効果のヒミツ～葉面微生物と農業現場の視点から～現代農業 83, 136-141 (2004)
- [9] 篠山浩文, 今井 豊, 塚越 覚, 福井未来: 微生物の生態・生理に及ぼすスギ炭化物の影響, 木質バイオマス利活用実用化促進事業中間報告書, 37-47, 千葉県木質バイオマス新用途開発プロジェクト (2005).