

1 森林生態系を対象とした温室効果ガス吸収固定化技術の開発と評価

(1 b) 森林造成技術の高度化による熱帯林のCO₂シンク強化

(2) 早生樹による森林育成技術の高度化

1) 育苗技術の高度化

(株)資生堂	H&BC開発センター	横山峰幸
住友林業(株)	筑波研究所	中村健太郎

<研究協力者> インドネシア共和国
クタイ ティンバー インドネシア社 安田敏男

平成15～19年度合計予算額	26,503千円
(うち、平成19年度予算額	4,065千円)
上記の合計予算額には、間接経費	6,116千円を含む

[要旨] 熱帯の広範囲な地域において植栽が可能な早生樹種について、他のテーマにおいて高CO₂吸収能(成長量大きい)を有し且つ経済性の高い(材質が良い)優良木が育種された場合、これをクローン増殖する必要がある。また、クローン増殖した苗を育苗する期間を短縮化することにより経営に係る負担を軽減することができる。本テーマでは、今年度はファルカタを対象に、組織培養によるクローン増殖法、新規発根促進剤を用いた挿し木によるクローン増殖法の開発およびVA菌根菌を用いた育苗法の開発を行った。今年度は、組織培養では、インドネシアにおいて成木から採取した材料を用いた場合に雑菌汚染率が高いという課題があったが、新しい殺菌方法を開発し、雑菌汚染率を半分以下まで抑えることに成功した。挿し木法では、ファルカタに対するIBLの与え方を更に詳細に検討したところ、IBL 0.5mM溶液に3～6時間水浸するのがよく、またIBLとKODAでは相乗効果も観察された。育苗法では、VA菌根菌と共に苗の成長に影響を与えている窒素固定菌の感染について、土壌別の検討を行ったところ、肥料分の少ない多孔質の土壌ほど感染し易いことが判明した。以上の結果を踏まえ、5年間の研究開発により、組織培養によるファルカタ成木のクローン増殖、クローン増殖した苗からの挿し木苗の効率的な生産及び肥料を減らし、且つ健全な苗を生産するための育苗に関して、基礎技術を確立できたと考えられる。

[キーワード] 早生樹、組織培養、挿し木、新規発根剤、育苗

1. はじめに

CO₂吸収能に優れ且つ経済性の高い人工林を成林させるためには、成長量が大きく且つ材質が優れた品種を開発すること及び健全な苗を育苗する技術を確立することが重要となる。選抜育種

された優良品種の形質を100%事業に役立てるためには、クローン増殖技術が必要となる。クローン増殖技術には、挿し木や接ぎ木といった従来技術と、近年になって開発された組織培養技術がある。挿し木技術は、コストが安く、特殊な装置や技術を必要としない反面、永年性植物である樹木では樹齢が高くなるにつれ組織の活性が低下するため、増殖が困難になる場合が多い。一方、組織培養技術は、成木からの増殖が可能であり、季節を問わず苗生産が可能である反面、特殊な装置が必要であったり、コストが高くなったりと、問題がある。

また、クローン増殖できた苗を健全且つ短期間で育苗する技術は、森林経営上重要なファクターとなる。さらに、育苗段階における化学肥料の使用量を低減させることは、コストのみならず環境面におけるメリットも生み出すことになる。

2. 研究目的

そこで本研究では、コスト面も視野に入れたクローン増殖技術として、挿し木増殖するための台木のみを組織培養で生産し、実際に植栽する苗は挿し木で生産する方法を確立するため、*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen (ファルカタ) に関する組織培養技術と効率的なクローン増殖法である挿し木技術の開発を行うとともに、育苗期間の短縮化と化学肥料の使用量の低減を図るため、成長促進効果があると言われているVA菌根菌の使用技術の開発を目指す。本年度は、より実践に近い技術への完成を目指し、優良木のクローン増殖を目指した成木由来の材料を用いた組織培養試験、新規発根促進剤の最適条件の解明及びVA菌根菌の感染条件の解明を行う。

3. 研究方法

(1) 組織培養によるクローン増殖技術の開発

熱帯地域は、冷温帯に比較し菌の種類も数も多いことが考えられ、組織培養の材料を通常方法で表面殺菌しただけでは、雑菌汚染による枯死が非常に高くなってしまう。本テーマにおいても、一昨年度までにクローン増殖技術を開発し、昨年度、成木からの増殖を試みたが、雑菌汚染による枯死率が90%以上となり、実用上の大きな課題となった。そこで本年度は、組織培養による優良木の増殖を可能にするため、雑菌汚染率の低下を目指し、殺菌方法の開発を試みた。7年生のファルカタから頂芽を含む長さ30cm程度の枝を採取し、中性洗剤水溶液を浸したブラシで擦り洗いした後、30分間流水洗浄した。その後、下記条件の次亜塩素酸ナトリウム水溶液中に、枝の下部を浸漬し、前処理殺菌を検討した。前処理殺菌後、30%エタノール中で30秒間、0.1%次亜塩素酸ナトリウム水溶液中で15分間表面殺菌を行った後、滅菌水で5回洗浄し、滅菌ろ紙上で風乾した。風乾後、実体顕微鏡下で茎頂を摘出した。摘出した茎頂は、これまでの結果からMS培地にBAPを添加した培地に植えた。

- 1) 浸漬せず、そのまま表面殺菌
- 2) 0.1%NaClOに24時間浸漬
- 3) 0.1%NaClOに48時間浸漬

4) 1.0%NaClOに24時間浸漬

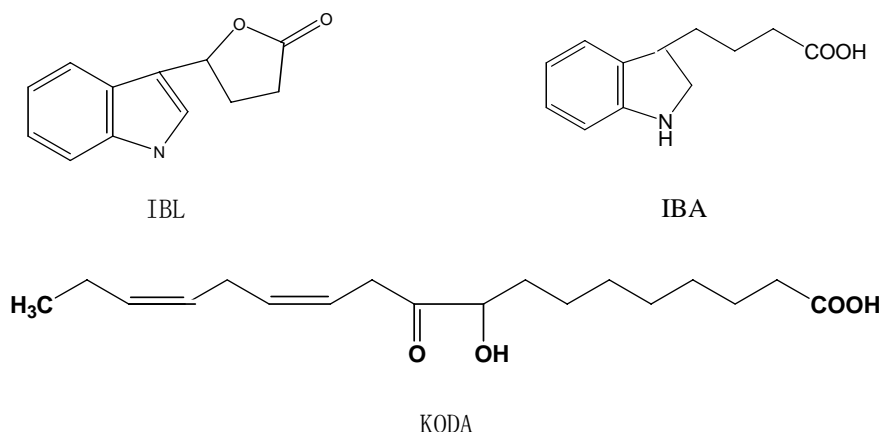
5) 1.0%NaClOに48時間浸漬

(2) 新規発根促進剤を用いた熱帯樹木に関する挿し木技術の開発

一部の草本で効果が認められていた植物成長調節剤である4-(3-indolyl)-4-butanolide (IBL)及び9-hydroxy-10-oxo-12(Z),15(Z)-octadecadienoic acid (KODA)について、挿し木の発根にバラツキが見られ、安定した挿し木苗生産が難しかったファルカタへの効果を解明するため、研究開発を行った。試験に用いたファルカタの種子は東チモール、フローレンス、ウォノギリ、プルウォルジョの各産地から集めた。日本に持ち帰ってから発芽させ、住友林業筑波研究所温室内(つくば市)で育苗した。産地の違いによる発根率の差は認められなかった。試験には発芽後2.5年の苗木を穂木原木とした。発根試験は資生堂研究所温室(横浜市)で7月~9月に実施した。また、同目的の別実験として西表島の林木育種センターでも実施した。そこでは、試験材料として、野外で育っている約10年生(正確な樹齢は不明)の萌芽枝、または、住友林業で栽培している株(西表島に送付されたもの)を使用した。

IBLは試験開始日に、エタノールで4%に希釈し、その後、所定の濃度になるように水で希釈した。挿し木当日に数時間あるいは一晩水浸する、または、穂木の上から噴霧するという3種類の方法を比較した。KODAは0.5%エタノール液を試験日まで-80℃フリーザーに保管し、当日に所定濃度になるように水で希釈し、噴霧した。穂木は、それぞれの実験区で10本ずつ用い、2反復行った。結果は、2反復の平均で示した。

使用した薬剤の構造式は以下のとおり。IBAはIBLの元になったオーキシシンであるIBA(インドール酢酸)であり、比較実験に用いた。



(3) 育苗方法の開発

市販(研究用)のVA菌根菌資材を用い、インドネシアにおいて育苗試験を行った。基土には山土を用い、これにVA菌根菌資材を5、10、20g/600mlの濃度で添加した。対照区には、基土に市販の鶏糞堆肥を基土500mlに100ml混和した培土を用いた。これらの土壌を直径

8cm、高さ12cmのポットに入れ、ここに本葉が展開したファルカタの実生苗を定植した。定植から1、2、3ヵ月後の主幹の伸長量を調査した。また、播種後3ヶ月経過した苗を用い、窒素固定菌の感染を検討した。土壌には、鹿沼土、川砂および市販の園芸培土を用い、これに苗を定植し、2ヶ月後に根系の観察を行った。

4. 結果・考察

(1) 組織培養によるクローン増殖技術の開発

これまでの方法では、雑菌汚染されずに芽が展開した個体は33%であったが、0.1%NaClOに48時間浸漬した処理区では77%と高い値を示した。1.0%NaClOを用いた2処理区では、常法と同じか、100%の枯死率を示した(図1)。以上の結果から、適正な濃度の殺菌剤を材料内に取り込ませる方法は、熱帯地域の殺菌方法としては有効であることが示唆された。

以上の結果及び5年間の成果から、研究開始時に立てた目的である「ファルカタ成木の茎頂を材料としたクローン増殖法」を確立することができた(図2)。

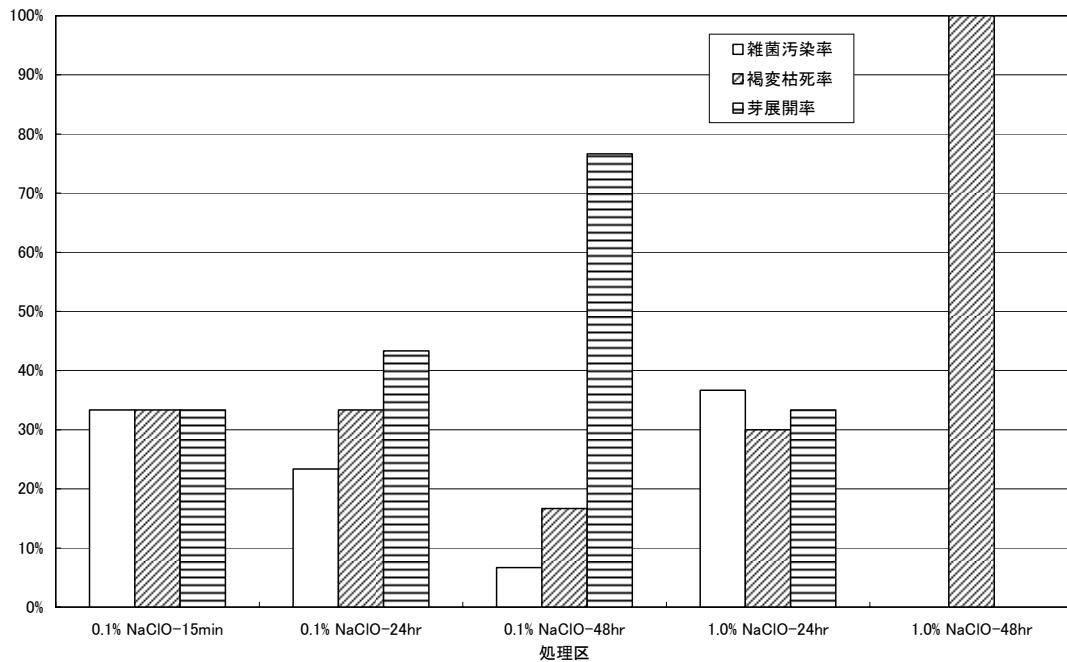


図1. 前処理殺菌の枯死への影響.



図2. 茎頂から誘導、増殖された多芽体。

(2) 新規発根促進剤を用いた熱帯樹木に関する挿し木技術の開発

昨年度の試験でIBL0.5mM水溶液に数時間浸漬する方法が良い効果を示したので、今年度はその技術を中心にさらに詳細に検討した。図3は、一部は昨年も報告したがIBLとIBAの効果を比較したものである。明らかにファルカタに対しては、既存の発根成分であるIBAは濃度依存的にむしろ毒性が見られるのに対し、IBAは0.5mMまで濃度依存的に発根を活性化している。写真は0.5mMのときの効果を示している。

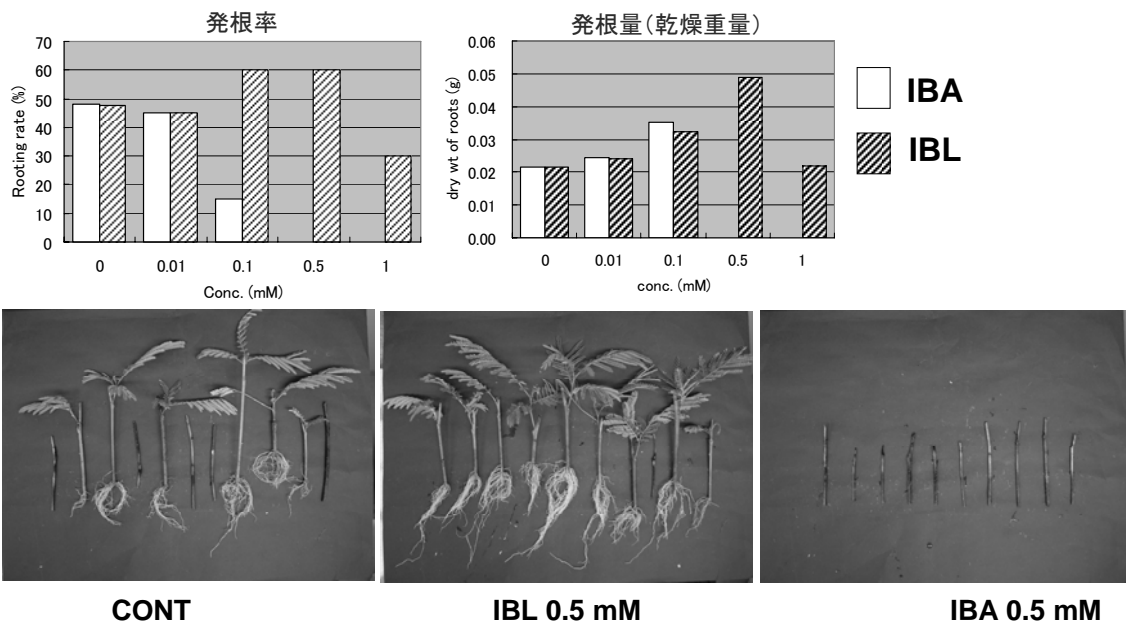


図3. ファルカタ挿し木におけるIBLとIBAの効果

IBLまたはIBAの所定濃度水溶液に穂木を3時間以上浸漬してから挿し木した。グラフの左側は発根率、右側は根の乾燥重量示す。白抜きのカラムがIBA、斜線のカラムがIBLを示す。写真は、コントロール、IBL、IBA処理の発根の様子を示す。

さらに、IBLとKODAの組み合わせの効果も調べた。IBL 1mM単独、またはKODA単独では効

果がないが、両者を合わせると、根量の増加に著しい効果があった（図4A）。このとき、発根率は図4に示された順に48、30、55、35、40、50%であり、発根率では特に差はなかった。

別実験では、IBLの浸漬を一晩に伸ばした。そのときは根の発達に毒性が見られ根量に差は見られなかったが、発根率ではIBL 0.5mM+KODA 100 μ Mのときにはっきりした相乗効果が認められた（図4B）。したがって、ファルカタにおいては、KODAとIBLでは相乗的に発根を促進すると結論される。

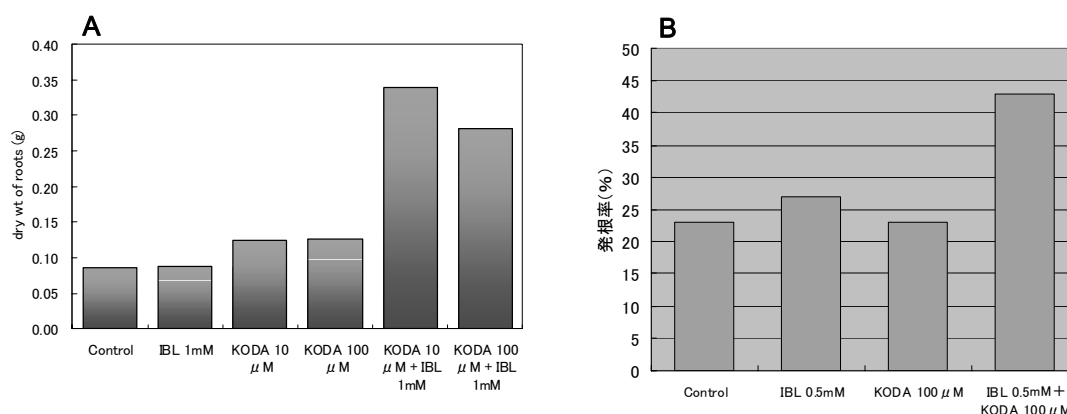


図4. ファルカタ挿し木におけるIBLとKODAの相乗効果
IBL 0.5 mM (A)および 1mM (B)のときのIBL+KODAの相乗効果を調べた。

以上の結果及びこれまでの成果から、新規発根促進剤であるIBL及びKODAは、ファルカタの挿し木の発根を促進することが判明した。

(3) 育苗方法の開発

VA菌根菌資材の量が増えるほど、伸長量は大きくなった（図5）。5gでは対照区と差が認められなかったが、20g添加区では堆肥処理区よりも大きな伸長量を示した。窒素固定菌の感染状況および根系の発達は、鹿沼土>川砂>園芸培土の順で良かった（図6）。この結果から、養分が乏しく、通気性及び通水性の良い土壌ほど根系の発達及び窒素固定菌の感染が良いと考えられた。この傾向は、昨年度まで研究を行ってきたVA菌根菌の感染の場合も認められたことから、育苗時の土壌及び肥培管理には十分な配慮が必要であると思われる。

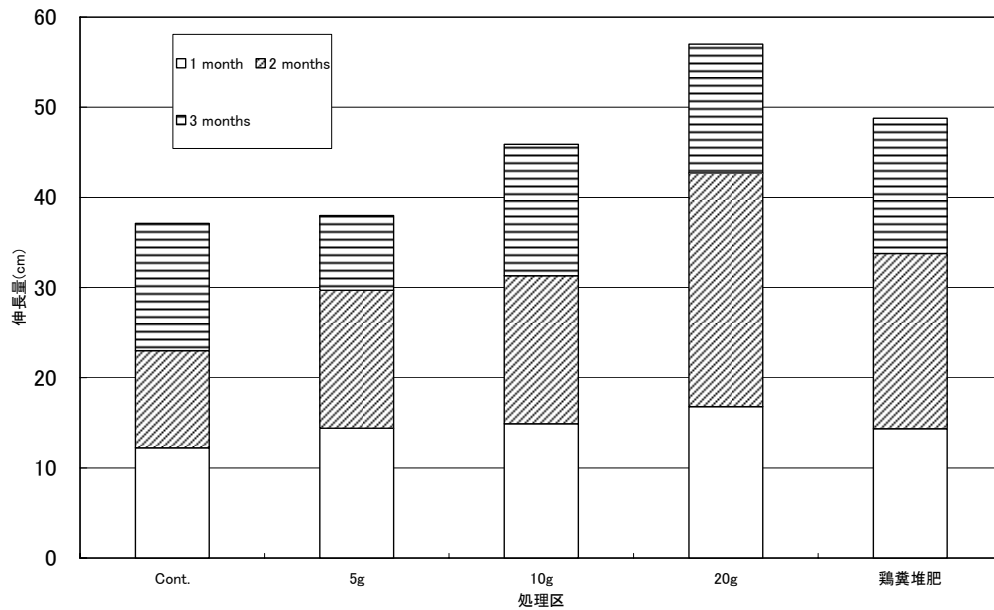


図5. VA菌根菌がファルカタ苗の成長に及ぼす影響.

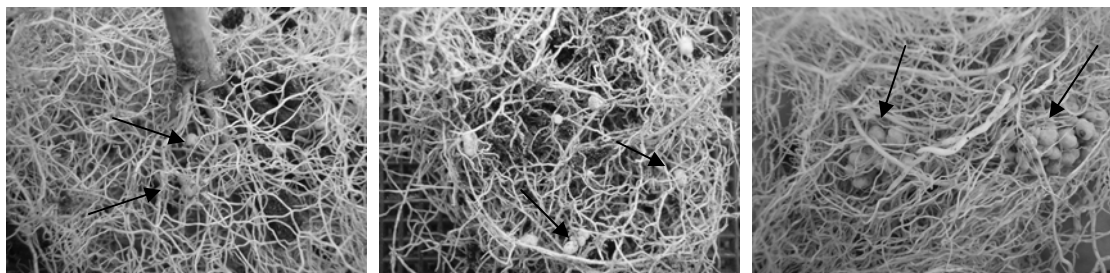


図6. 育苗培土の違いが窒素固定菌の感染に与える影響.

左：園芸培土。中：川砂。右：鹿沼土。矢印：根粒。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

- 1) 増殖が不可能と言われていたファルカタ成木を組織培養で増殖する技術を開発した。
- 2) 新しい作用を持つ挿し木発根剤を開発するとともに、その作用性を解明した。
- 3) 養分が少なく、通気性、通水性の高い土壌は、VA菌根菌や窒素固定菌といった共生菌の感染に有効であることを見出した。

(2) 地球環境政策への貢献

今後、ワークショップや学会を通じ、成果の広報・普及に努める。

6. 引用文献

なし

7. 国際共同研究等の状況

クタイ・ティンバー・インドネシア社と協力する（作業委託）ことにより、実用化レベルの研究開発を進めることができている。

8. 研究成果の発表状況

（1）誌上発表

〈論文（査読あり）〉

なし

〈査読付論文に準ずる成果発表〉（社会科学系の課題のみ記載可）

なし

〈その他誌上発表（査読なし）〉

- 1) 齊藤陽子、中村健太郎、井出雄二、熱帯林業、64, 56-59(2005)
「国際ワークショップの概要報告—CO₂シンク強化と木材生産を両立させる熱帯早生樹育種—」
- 2) 中村健太郎、熱帯林業、68, 68-73(2007)
「インドネシアにおける早生樹の材質育種と育林研究」
- 3) 井出雄二、中村健太郎、林木の育種、226, 37-39(2008)
「環境省プロジェクトと国際ワークショップの概要—CO₂シンク強化と木材生産を両立させるために—」

（2）口頭発表（学会）

- 1) 中村健太郎：産業創成に向けたバイオ研究セミナー（2004）
「高付加価値林木の効率的生産戦略—バイオ技術の現状と将来性—」
- 2) 横山峰幸，中村健太郎：第1回国際ワークショップ「CO₂シンク強化と木材生産を両立させる熱帯早生樹育種（Enhancement of CO₂ Sink and Wood Production through Genetic Improvement of Tropical Fast Growing Tree Species）」（2005）「育苗技術の高度化」
- 3) 中川哲郎，中村健太郎：Sustainable Japan 2005
「美しい日本を次世代に伝える」（2005年5月，朝日新聞社主催，参加者700名）
- 4) 中川哲郎，中村健太郎：伏見学（聖母女学院短期大学公開講座）（2006）
「醍醐寺の桜とサステナブル—企業活動と社会貢献—」
- 5) 横山峰幸，中村健太郎：第2回国際ワークショップ「Improvement of Tropical Forest for Global Environment」（2007）「Upgrading of Seedling Culture Techniques」

(3) 出願特許

「挿し木の発根法」，特開2007-167055.

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

- 1) 第1回国際ワークショップ「CO₂シンク強化と木材生産を両立させる熱帯早生樹育種
(Enhancement of CO₂ Sink and Wood Production through Genetic Improvement of Tropical Fast Growing Tree Species)」(2005年5月、東京大学弥生講堂、参加者130名、インドネシア大使館等が参加)
- 2) 第2回国際ワークショップ「Improvement of Tropical Forest for Global Environment」
(2007年7月をガジャ・マダ大学と共催、ガジャ・マダ大学、参加者100名、インドネシア林業省官房等が参加)

(5) マスコミ等への公表・報道等

なし

(6) その他

本プロジェクトの成果を題材に、国際協力機構（JICA）の実施する「森林・林業カウンターパート合同研修」において、「民間企業における持続可能な森林経営に向けた取り組み」と題して、カンボジア、ラオス、ミャンマー、パナマ、エチオピア、ガーナからの研修生に講義を行った。