森林分野 CPD 認定プログラム

令和元年度

四国森林・林業研究発表要旨集

『プログラム』

開催日時　令和２年１月22日（水）　8:45～

開催場所　四国森林管理局　２階大会議室

四 国 森 林 管 理 局

令和元年度四国森林・林業研究発表会プログラム

開催日：令和２年　1月22日（水）
会　　場：四国森林管理局　２階大会議室

No. 1

8：45　開　会
主催者代表挨拶　四国森林管理局長
審査員の紹介

発表順番	時　間	発　表　課　題	発　表　者 所　属	発　表　者 氏　名
1	9:00～	再造林地でのノウサギ食害対策について（経過報告）	四国森林管理局　森林技術・支援センター　副所長	那須（なす）　悟（さとる）
2	9:20～	獣害防護柵と忌避剤を用いたノウサギによる被害防止の取組みについて	高知中部森林管理署　総括森林整備官 係員	渡邉（わたなべ）　由一（よしかず） 中村（なかむら）　光太郎（こうたろう）
3	9:40～	南小川地区沖（下）における地すべり防止対策工事について	嶺北森林管理署　治山技術官 南小川治山事業所　治山技術官	中田（なかた）　亘（わたる） 川口（かわぐち）　慎弥（しんや）
4	10:00～	森林作業道の延伸における森林整備の実態；愛媛県国有林を事例として	愛媛森林管理署 宇和島森林事務所　係員 署　係員	荒牧（あらまき）　直輝（なおき） 白石（しらいし）　快（かい）
5	10:20～	高齢級ウバメガシ林分の更新試験について	四万十森林管理署 清水・貝の川森林事務所　森林官補	中村（なかむら）　咲恵（さきえ）
6	10:40～	生分解性素材を使ったコンテナ苗の普及に向けて	四国森林管理局　森林整備課 森林育成係長 係員	福山（ふくやま）　敦之（あつし） 田村（たむら）　ひかる
7	11:00～	愛媛森林管理署におけるインターンシップの取組	愛媛森林管理署　係員	中島（なかじま）　千嘉（ちか）
8	11:20～	木の文化を支える活動（シラクチカズラ資源の保全と活用に係る連携・協力にかかる協定に基づく活動）	徳島森林管理署　森林整備官 森林技術指導官 三好市教育委員会　文化財課	安光（やすみつ）　圭一（けいいち） 丸田（まるた）　恭史（やすふみ） 宮田（みやた）　健一（けんいち）
9	11:40～	無線とモバイル通信を活用したシカわな遠隔捕獲通知システムについて	香川森林管理事務所 森林技術指導官	柳園（やなぎぞの）　和男（かずお）
10	12:00～	UAVを活用した林分材積調査の実証について	四万十森林管理署　係員 安芸森林管理署 東川森林事務所　係員	村上（むらかみ）　大輝（だいき） 武山（たけやま）　泰之（やすゆき）
	12:20～	（昼食）		

発表順番	時間	発表課題	発表者 所属	発表者 氏名
11	13:00～	治山ダムの形状の測量における３Ｄレーザースキャナと UAV/SfM の比較	高知大学　農林海洋科学部　４回生 准教授	加藤（かとう）　隆丈（たかひろ） 松岡（まつおか）　真如（まさゆき）
12	13:20～	林業安全ゲーム改良版の実施効果について	愛媛大学　農学部　生物環境学科 森林資源学コース　４回生	安樂（あんらく）　怜央（れいよう）
13	13:40～	林業用苗木運搬ドローン開発に向けた取組み ※特別発表	住友林業（株）新居浜山林事務所	宮城（みやぎ）　正明（まさあき）
14	14:00～	牧野植物園における薬用植物委託栽培研究～シャクヤクを中心に ※特別発表	高知県立牧野植物園　植物研究課	西村（にしむら）　佳明（よしあき）
15	14:20～	四国地方における森林の地下部での炭素蓄積量 ※特別発表	森林総合研究所　四国支所 森林総合研究所	稲垣（いながき）　昌宏（まさひろ） 相澤（あいざわ）　州平（しゅうへい） 平井（ひらい）　敬三（けいぞう）
	14:50～	講評　審査委員長		
	15:05～	表彰　四国森林管理局長 （一社）日本森林技術協会理事長　（一財）日本森林林業振興会会長		
	15:15	閉会		

再造林地でのノウサギ食害対策について（経過報告）

森林技術・支援センター
副所長　　那須　悟

１　課題を取り上げた背景

現在､ノウサギによる植栽木の食害被害が､が各署（所）で増加しています。今後、さらに主伐の拡大に伴う再造林地の増加に伴い、ノウサギによる被害が増大していくことが危惧されるところです。

このことから、当センターでは、平成 29 年度からノウサギによる被害状況を把握し効果的な食害防止対策に繋がる手法の開発・検証を行うこととしました。

当センター試験地でのノウサギ食害

２　取組の経過

ノウサギもニホンジカと同様に、捕獲による個体数管理が必要であると考え、ノウサギの捕獲について取り組みました。

① 既存のくくりわなの検証

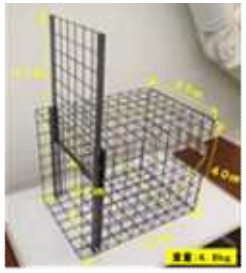
ノウサギ捕獲に精通している職員の指導を受け、四万十署管内に 30 個（H30)、嶺北署管内に 65 個わなを仕掛けました。

既存のくくりわな

② 「ノウサギ捕獲用小型箱わな」（以下、箱わな）の開発

経験の少ない職員や一般の方でも比較的簡単に取組める「箱わな」を製作し、ヘイキューブ、小松菜、ペットフード等の餌による誘引捕獲を実施しました。

「箱わな」は、四万十署管内 2 箇所、嶺北署管内 2 箇所、高知中部署に 1 箇所に設置し、周辺にセンサーカメラを設置してノウサギの行動を記録しました。



ノウサギ捕獲用箱わな

また、誘引する餌は、ヘイキューブや小松菜、ペットフード等の餌を使用していましたが、現在は、リンゴ、ニンジン等も使用しました。

くくりわなでのノウサギ捕獲

３　実行結果

これまでに、くくりわなでで 5 羽（四万十署、嶺北署)、箱わなで 10 羽（四万十署、嶺北署、高知中部署）捕獲しました。

「箱わな」での捕獲は、餌での誘因が難しく餌に近づくものの「箱わな」には入ってくれず、今後、さらに誘因する餌の検討が必要と考えています。

箱わなでのノウサギ

４　考察（まとめ）

新たに開発した､「箱わな」でノウサギの捕獲が確認できましたが、誘引餌の比較や既存のくくりわな等、わなの種類による有効な捕獲場所の検討、また、ニホンジカ及びノウサギ兼用の防護ネット柵の試験検証も実施して行く予定です。

獣害防護柵と忌避剤を用いたノウサギによる被害防止の取組みについて

高知中部森林管理署
総括森林整備官　渡邉　由一
係　　員　　中村　光太郎

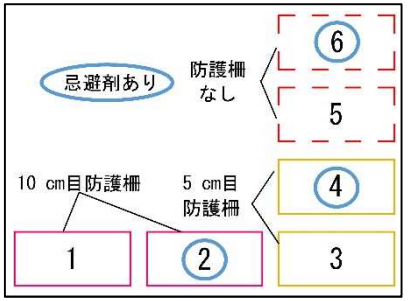
1　課題を取り上げた背景

深刻なニホンジカによる被害に加え、近年、四国局管内でノウサギによる苗木の被害が増加しています。しかし、ノウサギはその体サイズや警戒心の強さから食害の抑止や捕獲等の被害対策が難しく、またノウサギによる被害対策に関する研究はほとんど行われていないため、有効策は確立されていないのが現状です。

そこで当署では、より有効な被害防止対策の確立に資することを目的として獣害防護柵（以下防護柵）及び忌避剤を用いた試験を実施し、その効果について検証を行いました。

2　試験の概要

試験地として、平成29年度植栽箇所が甚大な被害を受けた谷相山国有林 3 り林小班（香美市香北町）を選定し、10 cm目防護柵、5 cm目防護柵、防護柵なしの3タイプにそれぞれ忌避剤あり、なしの対象区を設置した計6プロットで試験を実施しました。（各0.01 ha）



【 プロット概略図 】

経過としては、令和元年7月に各プロットにスギ2年生苗20本を植栽し、下刈りを11月に実施、忌避剤散布プロットには植栽時と11月の計2回散布しました。

検証に当たっては、

- ○ センサーカメラを用いた防護柵内への侵入状況調査
- ○ 部位別の被害状況（頂芽・側枝・幹）
- ○ 忌避剤の効果と持続性

の3項目について実施しました。

3　検証結果

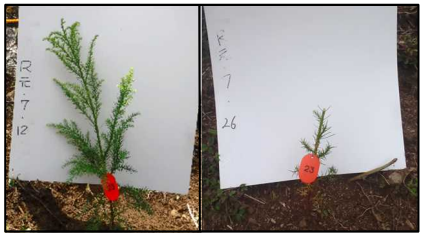
ア）防護柵内への侵入

侵入状況に関しては、10 cm目防護柵プロットでは頻繁な侵入を確認し、数本が側枝に被害を受けましたが、5 cm目防護柵プロットでは、試験初期にネットと地面との隙間から侵入したと思われるノウサギ1頭が確認されたものの、シャトルアンカー増設後は確認されませんでした。このことから、ノウサギは5 cm目を通過できず、5 cm目防護柵の設置により外部からの侵入を阻止できると考えられます。

【 10 cm目防護柵を通過するノウサギ 】

イ）忌避剤の効果と持続性・部位別の被害状況

効果に関しては、プロット5・6に着目すると、プロット5（防護柵なし・忌避剤なし）については植栽後すぐに被害を受け始め、約2ヶ月で8割が幹を切断される結果となりました。一方、プロット6（防護柵なし・忌避剤あり）では植栽後約2ヶ月から被害が増加しました。しかし、被害の大部分は側枝のみに止まったことから、効果は4ヶ月以上持続することが見込まれ、被害の軽減に一定の成果が得られました。


【 幹を切断されたスギ苗木（左：植栽時）】

4　考察

防護柵については、5 cm目であれば外部からの侵入は阻止できるものの、今後は施業地内にノウサギが生息していた場合の対策を検討していく必要があります。

忌避剤については、苗木が成長し、頂芽・幹への被害が生じなくなる植栽後数年目までの散布により、苗木の成長にとって致命的な被害を軽減できると考えます。

南小川地区沖(下)における地すべり防止対策工事について

嶺北森林管理署
治山技術官　中田　亘
南小川治山事業所
治山技術官　川口　慎弥

1　はじめに

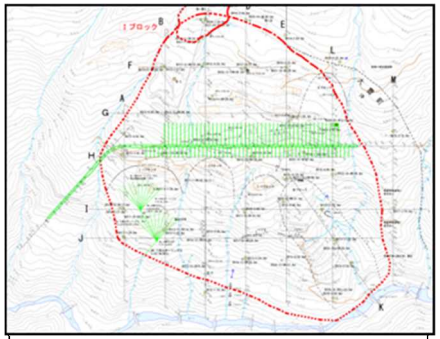
当事業地は高知県中北部、徳島県境に接する長岡郡大豊町西峰沖地内で、一級河川吉野川支流南小川の右岸側、標高 720m～910m の山腹上に位置しています。

地質は三波川南縁帯に属する泥質片岩を主体とし、古期大規模崩壊の二次堆積による緩急の連続した地すべり地帯が発達しています。

この度、南小川地区沖(下)において、四国森林管理局で初めてとなるＮＡＴＭ工法による排水トンネル工事が完成したところであり、施工中の水位の状況と現段階での排水効果等について報告します。

2　事業の経緯

当事業地は、過去の集中豪雨により地すべり活動が活発化し、ブロック末端部の強い押し出しにより谷止工が被災するとともに、国道擁壁のクラックや家屋の傾き等の地表現象が確認されたため、平成７年度から調査を開始、これまでに調査ボーリング 58 孔､水位専用孔ボーリング 36 孔を設置･観測を実施してきました。

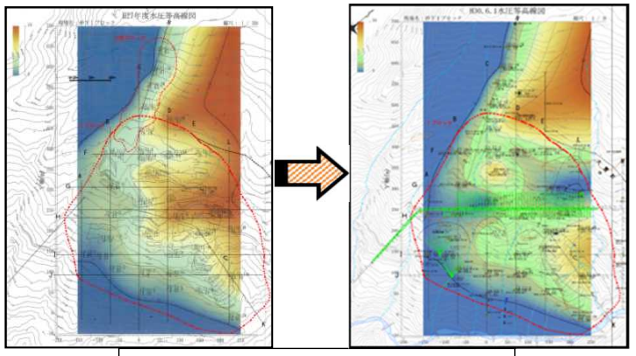


地すべりﾌﾞﾛｯｸ及び排水ﾄﾝﾈﾙ工

調査結果から地すべりブロック(右図)の解明がなされ、有識者からなる検討委員会等を経て、対策工として排水トンネル工(L=590m)が採択され、平成 24 年度より着手し平成 30 年３月に完成、現在は排水トンネル工の効果検証のため調査･観測を実施しています。

3　施工中から現在までの地下水位の状況(効果)

排水トンネル工の工法の選定に当たり、検討の結果、ＮＡＴＭ工法が採択され、施工中における数々のトラブルを乗り越え、平成 30 年３月に完成しました。施工効果については、平成 27 年度のトンネル掘削中から地下水位の低下が顕著に現れはじめ、令和元年度の現在において、目標安全率である 1.15 以上の数値が確認されています。(下図)



間隙水圧等値線図(施工前後)

4　考察

これまで平成 24 年度から平成 30 年 3 月まで約 5 年をかけて、多くの時間と技術を費やし、排水トンネル工を完成させ、地すべりの小康化を図ることが出来ました。

今後、排水トンネル工の老朽化に伴い集水効果の減少等も想定される中において、集水量の把握は、施設を管理する上で重要と考えており、現在集水量等の調査観測を行っています。

こうした施工後における集水量と地下水位を詳細に把握していくことで、安全率、集水ボーリング工の目詰まり等の頻度、ボーリング洗浄工等老朽化対策の可否などの判断基準が明確となり、より長く効率的に施設を管理することが出来ると考えています。

森林作業道の延伸における森林整備の実態；愛媛県国有林を事例として

愛媛森林管理署　宇和島森林事務所　係員　荒牧　直輝
愛媛森林管理署　　係員　白石　快

１　課題を取り上げた背景

現在四国森林管理局では、路網による素材生産が主流となっており、今後の森林整備に森林作業道は欠かせないものとなっています。

一方林道の延伸は、毎年発生する気象災害に対応する維持修繕費のため、林道新設の予算が制約され停滞せざるを得ない状況です。そのため、林道が届かない奥地の人工林資源に向かって森林作業道が延伸されています。

しかし、急速に素材生産が拡大し林道の延伸が停滞する中、いかに森林作業道を延伸して森林整備を行ってきたかは、十分に整理されていません。

そこで本研究では、森林作業道の延伸における森林整備の実態を明らかにするために、愛媛森林管理署管内の森林作業道と生産量の分析を行い、その実態を具体的に把握するために、整備が進んでいる南予計画区の国有林を取り上げ、今後の森林整備上の課題を検討することを目的としました。

２　取り組みの経過

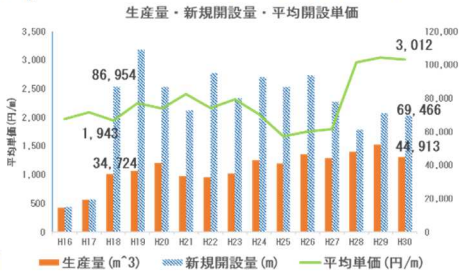
森林作業道による森林整備の実態を把握するために、作業道台帳よりH16～30年度の期間で、森林作業道の新規開設量（クローラータイプ）、開設単価及び森林整備事業による生産量について分析しました。

具体的に森林整備の実態を把握するために、森林整備が進んでいる南予計画区の陰平山国有林2002-2004林班、槙川山国有林2007-2012林班を取り上げて事業実行の経緯を調べました。

３　結果

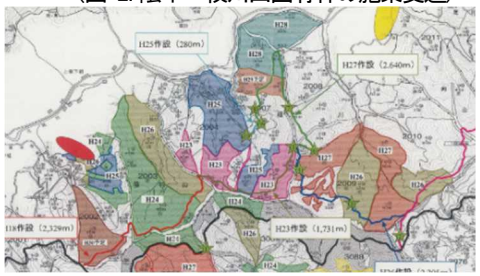
素材生産の拡大にあわせ、森林作業道の新規開設量は、本格的に事業に組み込まれたH18年度以降大幅に延伸しました。路網による素材生産が本格化したH18年度とH30年度を比較すると、生産量は1.3倍になり、新規開設量は0.8倍、開設単価は1.6倍となっています。（図-1）

（図-1. 各データ推移_H16-30）



次に、陰平・槙川（まきかわ）山国有林（図-2. 区域合計 962.97ha）を取り上げます。当国有林は、元々は林道から離れており、資源の収穫が困難な奥地でした。そこへホイールタイプ森林作業道（幅員3.0m、最大勾配 8°、車両の走行可能）を10年以上にわたって計画的に、事業と併せて開設することで、森林整備を可能にしてきました。当ホイールタイプ森林作業道は、H18年に陰平山2002林班から開設され、H27まで計画的に延長を重ねることで、周辺の林道や民間の作業道と接続されました。

（図-2. 陰平・槙川山国有林の施業変遷）



H18～29年度の12年間で、ホイールタイプ森林作業道の開設及び森林整備が実行されるにあたり、ホイールタイプ森林作業道が12.7km、クローラータイプ森林作業道が88.0km整備され、それにより収穫が困難であった林分が383.62ha整備されました。

また、既設作業道の再利用も行われており、2回目の利用間伐や一部では既設作業道からさらに数kmの延伸が行われていることから、より奥地での森林整備が行われていることが分かりました。

４　考察

林道の延伸が停滞する一方、森林作業道は愛媛署全体で年平均80km程度延伸しています。しかし近年の開設単価の上昇と新規開設量の減少や、南予計画区の例から、条件が不利な奥地での森林整備が増加していると考えられます。そのような奥地で森林整備を効率的に行うには、ホイールタイプ森林作業道によってフォワーダの集材距離を抑える必要があり、複数年にわたる計画的な路網の作設及び活用が重要であると考えます。

また、今後の課題として、災害防備等により奥地の森林整備が必要とされており、森林作業道の冗長化による生産性の低下を防ぐために、架線集材やタワーヤーダー等の高性能林業機械によって集材距離を長くする工夫や、架線と組み合わせた効率の良い集材方法が求められると考えます。

高齢級ウバメガシ林分の更新試験について

四万十森林管理署　清水・貝の川森林事務所
森林官補　中村　咲恵

１　課題を取り上げた背景

大月町沿岸の国有林にみられるウバメガシ林分は、多くが樹齢 90 年以上の高齢級であり、林床は暗く後継樹の生育も見られない状況です。

高知営林局史等によると、過去には炭材として利用し更新がなされていたようですが、近年伐採は行われていません。

ウバメガシの倒木

ウバメガシは海岸沿いの急斜面等、他種の生育困難な厳しい条件下での生育が可能であり、ウバメガシ林分を維持することは海岸林地保全において極めて重要であると考えます。

しかし、高齢級ウバメガシ林分の更新については研究事例が少なく、適切な更新を図るためには、萌芽の発生具合やその要因について十分に調査し、補植等の必要性も検討しなければなりません。

そこで今回、高齢級ウバメガシ林分の適切な更新方法について検討しました。

２　取組の経過

大月町一切にある枝折山国有林 1306 林班ろ小班に試験地を設定し、生育状況調査等の各種調査を実施し、その後、群状伐採を行いました。

【各種調査項目】

・毎木調査：令和元年５～６月
・OWL を用いて林地状況調査、伐採区域設定：７～８月
・伐採区域の照度・樹冠の空隙率調査：９～10 月
・伐採区域内の伐根付近の萌芽発生数調査、萌芽状況撮影：伐採直後と１ヶ月後

【伐採区域】

・伐採区域の面積を 18㎡・70㎡・160㎡の３タイプにわけ、18 ヵ所設定
・伐採時期を９月・10 月・11 月と分けて伐採

３　実行結果

毎木調査の結果、上層はウバメガシが占め、その下にタイミンタチバナやヤブツバキ、ネズミモチが多く見られました。

伐採前の相対照度は１%以下、空隙率は 10%前後でした。

９月伐採分の萌芽状況については、株毎に発生量に違いがあるものの、多くの株で新しい萌芽を確認できました。

４　考察

照度や空隙率について、一般的に、樹木の旺盛な成長には相対照度が 30%以上必要なことや、間伐が必要な森林の樹冠疎密度が 0.8 以上なことを考えると、伐採前の林内の光環境は非常に悪い状況でありましたが、伐採後は、光環境が改善され、高齢級であっても萌芽は発生することがわかりました。

一方、萌芽の発生状況は株ごとに差が見られました。この差については、局所的な照度の違いなどが要因であると考えられますが、現段階ではっきりとわかっていません。今後、面積の違う伐採区域のデータ比較や伐採後の照度測定等を行い、照度・空隙率との萌芽発生量の関係を探っていきます。

なお、次年度以降は今回伐採した箇所の継続調査を行い、伐採高ごとの萌芽の生存率など更なるデータを集めるとともに、より事業的に今回設定した以上の伐採区域の設定や、斜面の向き等今回と異なる条件での伐採区域の設定についても検討する予定です。

生分解性素材を使ったコンテナ苗の普及に向けて

四国森林管理局　森林整備課
森林育成係長　福山　敦之
係員　田村　ひかる

１　課題を取り上げた背景

国内の人工林は、本格的な利用が可能な段階に入り、主伐期を向かえた森林資源を「伐って・使って・植える」という循環を適切に進める必要があります。 一方で、木材価格が低迷しており、再造林を進めるにあたっては、高い造林コスト、造林作業員不足や植栽後の獣害対策などの課題があります。

写真１

そのような中、造林作業員の確保や作業負担軽減のため、一貫作業を推進しコンテナ苗の生産・普及を進め、一定の生産基盤が確立できたところではあるが、今後は、さらに苗木の安定供給が可能な体制整備を進め、苗木単価の低価格化や国民要望の高い無花粉、少花粉・獣害対策にも有効な苗木生産が求められています。

そのことから、育苗中の個体管理のしやすい「生分解性素材を使ったコンテナ苗」の開発・普及をテーマに、取り組むこととしました。

２　取組の経過

「生分解性シート」は分解しないのでは？成長が悪いのでは？の疑問がある中、平成 28 年 3 月に植栽した矢筈谷山国有林 1132 林班い 2 小班で「生分解性シートのコンテナ苗」の植栽後３年目の分解状況及び普通コンテナ苗との成長比較調査を行いました。

さらに、安定供給に向けた取組や、国民要望の高い、無・少花粉苗木や獣害対策用の大苗の生産・生分解性素材の有効性について四国４県の種苗生産者にアンケート調査を行うこととしました。

３　調査結果

（１）分解状況（写真２）

植栽３年経過後の分解は、確実に進んでいるものの、何年ですべて分解するのか継続して調査していく必要があります。

写真２

（２）植栽木の成長の比較

普通コンテナ苗と生分解性シートを使用したコンテナ苗との成長比較の結果としては、樹高の成長率はあまり変わらないものの、根元径の成長には差があり、シートが苗の根張りを阻害しているため根元径の成長に影響がでたと考えられます。

（３）アンケート結果

種苗生産者からの意見を取りまとめた結果、生分解性素材コンテナ苗はキャビティ内の移動が可能であるため、規格外苗の有効活用や個体管理がしやすく、出荷本数が把握しやすい等のアンケート結果をいただきました。

４　考察

今回の検証により、「生分解素材コンテナ苗」の根鉢周りの素材の分解に対する疑心払拭とコンテナ苗での課題であった、キャビティ内の移動が可能であり、規格外苗の有効活用ができる等の優位性が見えてきました。

また、様々な課題・要望に対応できる苗木として、無・少花粉苗、大苗、精英樹、挿し木のコンテナ苗の生産・普及を目指し、各研究機関や県、生産者等と段階的に取組の方向性と取組状況の確認を行い進めていきます。

今後、さらに拡大を見せる再造林に必要な苗木の生産について、需給調整会議での確実な見通しを立てる必要があり、苗木の安定供給のネットワークを確立し、残苗対策や苗木不足時（自然災害等の影響）の供給応援体制の確立に努めたいと考えています。

愛媛森林管理署におけるインターンシップの取組

愛媛森林管理署　業務グループ
係員　中島　千嘉

１　はじめに

近年は多くの企業等において、業種や職場への理解促進や魅力の発信、社会体験の場として地域への貢献、組織外の新たな視点の取り入れや職場の活性化などの目的から、就業前の学生等に対してインターンシップ（就業体験実習）が行われています。林野庁においても、学生の就業意識を育成するとともに、国有林野事業及び林野行政に対する理解を深めてもらうことを目的として、インターンシップを実施しています。四国森林管理局においては、これまで主に本局にて実施されてきたところですが、今年度新たに、徳島及び愛媛森林管理署においても夏期インターンシップを行うこととなりました。このことから、当署での今年度の実施結果を踏まえ、今後の実施をより円滑に、一層効果的で有意義なものとすること、また、他署で実施する際に参考となる情報の共有を目的として、実施後の課題や改善点等を整理し、今後の対応について検討しました。

２　取組の経過

当署では、平成31年3月に愛媛大学農学部と締結したインターンシップ覚書に基づいて同大学から学生を受け入れることとなり、6月に説明会を行うなど、準備を進めました。そして、8月下旬の5日間、生物環境学科の学生5名を受け入れてインターンシップを行いました。

毎朝交代で安全旗を掲揚

初日は、国有林及び署の概要や総務グループの仕事等について、主に講義形式で担当者が説明しました。二日目以降は、生産・販売事業、ドローンを活用した森林管理、造林事業、治山・土木事業をテーマに、担当者から業務内容等を説明するとともに、管内の事業地等へ赴き現地実習を行いました。

木材市場での実習の様子

３　実行結果

初日は参加した学生、担当職員ともにやや緊張した様子が見られましたが、実習等では関心を持って積極的に取り組み、担当職員以外とも交流を図り質問するなど、学生の意欲的な姿勢が見られました。インターンシップ実施後に、参加学生及び担当職員に対して感想や意見等を聴いたところ、学生からは、「ドローンの活用が印象的だった」「地域との関係が重要であると感じた」「自分の思っていたイメージと異なり新鮮だった」等の感想がありました。一方、課題として、現地実習箇所の選定や移動時間の問題、理解しやすいような実施内容の工夫、業務との繋がりを意識した説明、学生が知りたい内容への調整、担当者間での連携等が挙げられました。

４　まとめ

今回のインターンシップは、参加学生にとって国有林の業務や森林・林業の現状等について理解を深める良い機会になったと推察されます。一方で、当署において初めての実施であったこともあり、課題が多数挙がるなど、改善点も浮かび上がってきました。当署では、来年度以降も受け入れを予定しており、今回実施して得られた意見や課題を踏まえて内容の検討を進め、参加する学生、大学、署にとって、さらに意義のある機会となるよう取り組んでいきます。

木の文化を支える活動（シラクチカズラ資源の保全と活用に係る連携・協力にかかる協定に基づく活動）

四国森林管理局徳島森林管理署　森林ふれあい担当　安光　圭一
森林技術指導官　丸田　泰史
三好市教育委員会　文化財課　宮田　健一

１　課題を取り上げた背景

西祖谷のかずら橋

四国の秘境と言われる徳島県三好市西祖谷山村の「祖谷のかずら橋」は「木の文化」の象徴であり国指定重要有形民俗文化財に指定され、日本三奇矯の一つとして数えられており、また、三好市東祖谷にある「奥祖谷二重かずら橋」とともに年間約30万人を超える観光客が訪れる重要な観光資源です。

「祖谷のかずら橋」は3年に1度架け替えが行われ、架け替え材料として山間部に自生している丈夫で腐りにくいシラクチカズラ（サルナシ）の蔓が使われますが、取り換えには約6トンが必要とされ、利用できるまでに成長するには約20年から30年かかることから、近隣で採取できる良質な材料は年々減少し資源の確保が難しくなってきています。

２　取組の経過

三好市と四国森林管理局徳島森林管理署では、平成24年3月に、シラクチカズラの資源確保のため、「木の文化を支える森つくり協定」を結び、栗枝渡国有林（三好市東祖谷）のフィールドを提供し、これまでシラクチカズラの苗木（約1500本）を栽培して植栽試験を行ってきましたが、そのほとんど（約90%）が活着しないという課題を抱えていました。

このため、マタタビ属植物の増殖・育成の権威である香川大学の片岡教授（理事・副学長兼農学部教授・前農学部長）に依頼し、現地を確認したところ、適地は水分が豊富で水はけが良く採光が良いこととされ、これまで植栽した箇所の環境は苗木の生育に適していないことや、植え付けた育苗がニホンジカ食害の危険性があることが解ってきました。このため、平成28年11月、新たに良好な箇所（小島国有林）を選定し、4年生の苗木12本を植栽したところ、翌春に初めて12本全部の活着が確認されました。

適地の問題点は解決しましたが、まだ育苗や育成技術に課題が残ることや、サルナシの果実等の活用方法の検討など、その後も香川大学農学部から技術的支援・指導を受ける必要がありました。

このため、架け替え資材であるシラクチカズラを将来にわたり確実かつ安定的に供給（確保）していくことや果実等の活用の推進を目的とし、三好市、香川大学農学部、徳島森林管理署の3者による「シラクチカズラの資源確保と活用を推進するための連携協力に関する協定書」を平成30年2月23日に締結しました。

３　実行の結果

西祖谷中生による植栽

平成30年11月に新たな植栽箇所の約0.2ha の採光条件を良くするため伐採、シカの食害防止ネットの設置などの整備を行い、令和元年の6月、地元「西祖谷小中学生」と「祖谷のかずら橋架け替え資材保存実行委員会」が5年前に挿し木により育てた苗木100本を、片岡副学長の指導のもと植栽しました。

5か月経過後の11月に現地を確認したところ、苗木はほぼ枯れることなく97本の活着が確認され、最大のものは260cm、平均苗木長は約60cmから112cmに成長し良好な成育結果が得られました。

４　今後の取り組み

現在の生育状況

徳島森林管理署では、シラクチカズラの安定的な供給が行えるよう継続して苗木の増殖やフィールド提供など育成活動に取り組んで行きます。

三好市では、かずら橋の知名度を利用し、さるなしの果実を加工品とした土産物の需要が期待されるため、令和元年度から休耕地を活用した果実栽培を奨励し特産品として採取できるよう取り組んでいます。

また、さるなしの産地では貴重で美味しく幻の果実と呼ばれるさるなしを広めようとする「全国さるなし・こくわ連絡協議会」が組織されており、令和2年、全国各地のさるなしの製品を持ち寄り、販売会を三好市で開催する計画が進められています。

今後も三好市や香川大学、そして徳島署が連携・協力し、「木の文化」の継承や果実の活用を通じた地域振興に寄与していきたいと考えています。

無線とモバイル通信を活用した
シカわな遠隔捕獲通知システムについて

香川森林管理事務所
森林技術指導官　柳園　和男

１　課題を取り上げた背景

ニホンジカの捕獲事業について平成 29 年７月、香川県森林組合連合会と協定を締結し、中尾国有林の林道沿いに小型囲いわなを設置し、囲いわなの見回り作業は所員、森林官、県森連会員等による輪番制で実施するとともに、工事現場へ向かう請負業者に捕獲連絡をお願いするなどにより、実施してきたが、定期的な見回りが負担となっていたことから、ＩＣＴによる捕獲システムを導入し、その有効性を検証してきました。

２　取組の経過

平成 31 年２月末に中尾 12 林道の高台の広場に長距離無線式捕獲パトロールシステム（ほかパト）の親機と子機１機を(株) アイエスイーにより設置し、機材の説明を受け、翌日、残りの子機３機を囲いわなに設置するとともに、くくりわなも囲いわなの周辺に設置しています。

所において、ほかパトホームページで作動状況の確認、管理者ページでメールアドレスの設定、子機名の変更等を実施し捕獲システムを開始しました。

平成 31 年７月に子機２機を追加購入し、計６機の子機で検証を実施しています。

親機

３　実行結果

ほかパト導入後は、毎朝、所のメールを開け捕獲メールの確認をし、捕獲メールを受信していたらホームページで捕獲箇所を確認したうえで、県森連会員に確認の連絡を行っています。わなの誤作動によるメールの受信であっても、所より餌換え等のメンテナンスも兼ねて６機の囲いわなを見回ることにしています。

ほかパト導入により、森林官の見回りの負担は無くなり、所担当者の週１回程度のメンテナンスを兼ねた見回りとなり、ただ見回るだけの作業が無くなったことから、労力も見回りに要するガソリン代等も半分以下となっています。県森連会員からは保冷剤等を準備しての確実な止め刺しだけに出向けばよいので、新鮮なシカ肉がジビエ料理に活用できるようになったと喜ばれています。

子機

４　考察

この実行結果に基づき、現地検討会を開催し、香川・徳島両県の関係者、近隣市町職員等にＩＣＴによる捕獲システムと小型囲いわなの普及を図ったところです。

検討会等で、親機を国有林の高台に設置したことにより、ほかパトの特徴である「電波がよく飛ぶ」ことの恩恵として、親機設置箇所の東かがわ市内において、ほとんどの箇所で子機の利用が可能であることから、東かがわ市から親機利用の申出があり「ほかパトの利用と協力に関する協定」を締結することにしています。

今後、東かがわ市は子機を購入し、狩猟者にレンタルする予定であることから、狩猟者は無料で捕獲システムの利用ができるようになり、東かがわ市において民国連携によるＩＣＴを利用した捕獲システムが普及していくことになります。

UAV を活用した林分材積調査の実証について

四万十森林管理署
係員　村上　大輝
安芸森林管理署
係員　武山　泰之

１　課題を取り上げた背景

国有林職員の数は減少傾向にあり、業務を適切に行っていくために業務の簡素化に取り組む必要があります。こういった中、林業にも ICT 化の波が押し寄せてきており、UAV を用いての資源調査が可能となれば、広範囲の調査を二人程度で行うことが可能となります。森林資源の把握手法として、UAV による樹木検出と林分密度管理図を組み合わせることで、林分材積が推定可能だと先行研究で報告されました。この手法ではソフトウェア上で林分の立木本数を正確に把握することが不可欠ですが、四国森林管理局が使用中の立木検出ソフトウェアは検出精度が不明なことから、写真の撮影高度や、ソフトウェア上での検出条件を変化させ、検出精度の評価を行いました。

２　取組の経過

安芸署管内と四万十署管内の国有林に調査地を設定し、以下の調査を行いました。

① まず、調査地上空で UAV による写真撮影を行い、写真から林分の 3D モデルを作成しました。
② 次に、(株)ジツタ作成のソフトウェア・AssistZ を用いて、作成した 3D モデルから立木本数の推定を行いました。
③ その上で、OWL による立木位置図と検出立木を比較し、(a)写真の撮影高度、(b)ソフトウェア上の最適検出条件、(c)林分密度、(d)樹種の４点が検出精度に与える影響について調査を行いました。

図１　立木位置図調査の様子

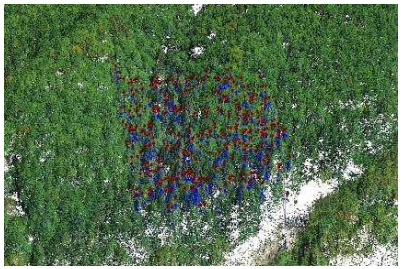


図２　AssistZ での立木検出

３　実行結果

各々の調査結果は次の通りです。

(a)撮影高度の検出精度に対する影響について、撮影高度の設定次第では検出精度が高くなることが示唆されました。
(b)AssistZ 上の樹木検出について、検出条件を変化させることで検出精度に変化があること、そして林分に応じて最適な検出条件があることが分かりました。
(c)高密度な林分では低密度な林分に比べ 2 割程度精度が低下することが分かりました。
(d)スギ、ヒノキの樹種の相違による検出精度に有意な差は見られませんでした。

４　考察

今回の研究では、低密度な林分においては、低高度で UAV を飛行させ、最適条件で樹木検出を行うことで、約 8 割の精度で樹木検出が可能なことが明らかになりました。また、高密度な林分においては立木検出精度が 6 割程度となることが分かりました。今後は、様々な林分で調査を行い、調査結果をフィードバックすることでソフトウェアの精度改善に寄与するとともに、高密度林分でも立木検出精度を高めることができるよう検討を重ねていく必要があると考えています。

治山ダムの形状の測量における 3D レーザースキャナと UAV/SfM の比較

高知大学・農林海洋科学部・農林資源環境科学科
4 回生　加藤隆丈　准教授　松岡真如

1　課題を取り上げた背景

近年、無人航空機(Unmanned Aerial Vehicle: UAV)で取得した画像を用いたStructure from Motion (SfM)や地上型3D レーザースキャナなど、対象物の三次元構造を容易に取得できる技術が普及してきました。森林や林業でも、樹木密度や胸高直径の計測や、山地における災害状況の把握などに三次元情報が活用されています。

三次元計測の技術が普及する一方で、それらの計測精度は機種や観測条件によって様々であり、使用する手法が持つ精度を把握しておくことは重要です。そこで本研究では、森林で多用されている三次元計測手法の一つである UAV による SfM について、計測条件による精度の違いを検討することを目的とします。具体的には、形状の把握が行いやすい治山ダムにおいて､UAV の飛行高度と SfM の条件を変えて三次元モデルを作成し、その結果を 3D スキャナと比較します。

2　取組の経過

計測は 2019 年 8 月 24 日に高知県高岡郡中土佐町大野見の島ノ川山国有林 3233 林班にある治山ダムで行いました。計測に際しては、治山ダムの周囲に14個の白球を基準点として設置しました。UAV はDJI 社の Phantom4 Pro を使用し、地上 40m と 60m の飛行高度で、それぞれカメラの角度を 90 度(真下)と 45 度で動画の撮影を行いました。3D レーザースキャナによる測量は、できるだけ多くの白球が観測できるように機器を設置し、治山ダム周辺の 10 ヶ所で行いました。使用した 3D レーザースキャナは(有)マルヨシからお借りした FARO Laser Scanner Focus^{3D} 330 です。

対象とした治山ダム

3　実行結果

はじめに、比較対象となる 3D スキャナのデータの結合を行いました。10 個のスキャンをそれぞれスキャン 1～10 とし、CloudCompare を使用して、それぞれのスキャンから白球を抽出しその中心座標を求めました。白球の中心座標をもとに、スキャン 4 にその他のスキャンを合わせるように点群座標の三次元アフィン変換を行い、スキャンを結合しました。結合結果の画像と位置精度を下に示します。

UAV 撮影動画の 3D モデル化には Pix4DMapper を使用しました。カメラ角度が真下 90 度と 45 度のデータをセットで用い、飛行高度 2 通りと画像の使用枚数 5 通りで計 10 個の 3D モデルを作成しました。

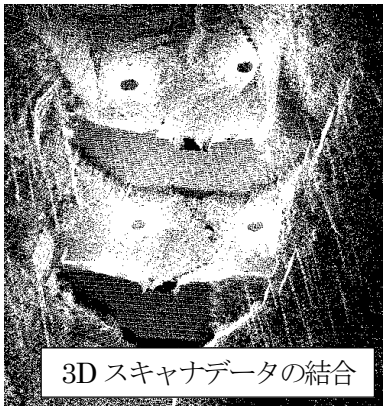

3D スキャナデータの結合

表 1 白球の結合精度

Scan	白球個数	RMSE (m)	最大値 (m)
1	7	0.010	0.016
2	6	0.015	0.025
3	11	0.021	0.037
5	9	0.015	0.027
6	9	0.013	0.022
7	10	0.017	0.023
8	8	0.013	0.020
9	6	0.009	0.015
10	5	0.004	0.007

4　考察

白球は全てのスキャンで 5 個以上観測されました。現時点では、観測された白球が多いほど RMSE が大きくなる傾向があります。今後、誤差の大きい白球を取り除いて精度を再計算するなどの精査が必要です。その後、SfM によって作成した 3D モデルの白球を用いて 3D スキャナとの位置精度を評価するとともに、治山堰堤の形状（辺や面など）を使った 3D モデルの精度評価を行います。

謝辞：治山ダムの選定と測量にあたり、四国森林管理局・治山課の井様より多大なご協力をいただきました。誠にありがとうございました。

林業安全ゲーム改良版の実施効果について

愛媛大学　農学部　生物環境学科
森林資源学コース　安樂　怜央

１　課題を取り上げた理由

林業労働における労働災害の発生率は、他産業と比べても非常に高く、1 年間で 100 人に 3 人の林業労働者が休業４日以上の労働災害に遭っています。特に労働災害の発生は、伐木作業中が多く、伐木作業を安全に実施するためには正しい安全衛生に関する知識や危険を予知する想像力が必要であり、効果的に学べる方法が必要です。

インドネシアでは、伐木作業における安全教育を受けていない人のためにチェーンソー伐木作業の安全ゲームというすごろく式ゲームが開発されており、愛媛大学でも昨年度から日本版の林業安全ゲームの開発研究が進められています。今年度も林業安全ゲームの研究を引き継ぎ、更なる改良と実施を行いました。

２　取り組みの経過

林業安全ゲームにどれほどの学習効果があるか調査するため、林業安全ゲームをプレイする前後にペーパーテストを実施しました。また、質問カードの出現頻度と正答率を調べるチェックリストを作成しました。

今年度は、静岡県緑の雇用 FL 研修と天竜フォレスターで林業安全ゲームの試行調査を行いました。他に日本全国 20 の林業事業体に林業安全ゲームを送り試行を依頼しました。

３　実行結果

静岡県緑の雇用 FL 研修の受講者 28 名と天竜フォレスターの作業員 6 名に林業安全ゲームの試行をお願いした。その結果、ゲーム前のペーパーテストの点数の平均は、4.4 点/10 点満点中(FL 研修)と 3.7 点/10 点満点中(天竜フォレスター)という結果になりました。林業安全ゲーム熟練者向けを 1 時間ほどかけて 1 回実施し、ゲーム後のペーパーテストの点数の平均は 6.8 点/10 点満点中(FL 研修)と 5.3 点/10 点満点中(天竜フォレスター)に上昇しました。FL 研修では 2.2 点、天竜フォレスターでは 1.6 点の点数の改善が見られ、合計 34 名のうちの 29 名に点数の上昇が見られました。1 ゲームあたりの質問カードの出現枚数は、FL 研修が平均 16 枚、天龍フォレスターが 19 枚であり、質問カード全 16 枚の 100%が出現したことになります。

４　考察

林業安全ゲームの質問カードは、チェーンソー伐木作業におけるプレイヤーの知識が順不同に問われます。プレイヤーがこの質問カードに答えると、進行役のゲームマスターがその解答の成否を判断するわけでありますが、プレイヤーが解答するまでの間に、ゲームマスターからのヒントや解説のほかに、プレイヤー同士の見解が繰り広げられました。このコミュニケーションが、ゲーム参加者の間で知識の交換を促進し、各人の学びと再認識がより深められる要因になっていると考察されました。

林業用苗木運搬ドローン開発に向けた取組み

住友林業株式会社　山林部
新居浜山林事業所　宮城 正明

１　はじめに（課題を取り上げた背景）

林業労働力の不足と高齢化が問題となっている林業界において、特に育林従事者の減少は、近年増加傾向にある皆伐後の再造林を続けていく上で深刻な問題です。しかし、特にここ四国地方は急峻な地形が多く、再造林における苗木運搬作業は極めて過酷な労働の一つです。このままだと、再造林の遅れからサステナブルな林業を行うことが難しくなるだけではなく、少子高齢化が進む日本において、育林従事者の林業離れに歯止めがかからなくなる恐れがあります。そこで当社では、近年様々な分野で普及が進むドローンを使って、植栽現場における苗木運搬を行うことを目的に、多分野の企業と協力して林業用苗木運搬ドローンの開発に取り組んできました。本発表においては、これまでの取組み経過と、その結果についての報告を致します。

人力による苗木運搬

苗木運搬ドローン

２　取組の経過

林業現場で活躍できる苗木運搬ドローン開発のために実証試験を行った現場は、愛媛県及び高知県における当社社有林における植栽予定地です。林業の現場では、平地に比べ複雑な地形が多く、強風や突風に見舞われる機会も多くあります。そのような現場で、安全かつ正確な飛行を実現するため、また、運搬作業を省力的に実行するために、試行錯誤を繰り返しながら必要な機能の追加・改良を行いました。また、植栽事業において実際にドローンによる苗木運搬を行い、その実用性及び能力の検証を行いました。

３　実行結果

〇開発したドローンの特徴

1）ドローンに取り付けたウインチを使って苗木を昇降することで、傾斜地など衝突の危険性の高い場所でも、機体をホバリングした状態で安全に苗木を降下することを可能にしました
2）苗木が着地したときの張力の変化で自動的に外れる仕組みを持った専用フックを使用することで、荷外しの作業が不要になるため、作業者の安全性の確保と大幅な省力化とを実現しました
3）専用のソフトに出発地と目的地の情報を登録すれば、離陸と着陸以外は自動飛行することが可能なため、省力的かつストレスフリーな飛行を実現しました
4）ドローンに搭載したカメラを通して、荷下ろしの状況をモニターで確認しながら実施する仕組みにすることで、遠方の目的地における確実な荷下ろしを可能にしました

苗木運搬中のドローン

〇実用性及び能力

実証試験を行った現場は、次の現場です。

・飛行距離（水平距離）：200m ～ 435m
・高低差：75m ～ 150m
・総運搬本数：約 20,000 本

運搬能力は次の通りです。

・運搬可能重量：8kg（コンテナ苗の場合、40 本～80 本程度）
・単位時間当たりの運搬能力：500 本程度/時間（運搬作業は 1 人で実施）

４　まとめ

開発を進めていく中で、林業という平地に比べ大変厳しい気候・地形条件の下で、物を運搬するということの難しさや怖さを肌で感じました。そのため、林業におけるドローンの導入において、安全性の確保は非常に重要な要素と考えています。運搬能力については、現場条件によって特に人力による運搬には大きな違いがあるため一概には言えませんが、単位時間当たりかなりの効率化が見込まれる結果となりました。

牧野植物園における薬用植物委託栽培研究～シャクヤクを中心に

高知県立牧野植物園　植物研究課　主幹　西村　佳明

１　はじめに

漢方薬の製造原料である生薬の国内使用量は年々増加していますが、生薬の約 8 割を中国からの輸入に頼っているのが現状です。中国産の生薬は、資源の枯渇、輸出規制などによる価格の高騰や品質の低下などの問題が生じており、生薬の国内生産の機運が高まっています。当園では、生薬の国内生産に資するとともに、高知県の新たな地域産業の振興および育成に寄与するために、各種薬用植物の栽培研究に取り組んできました。本発表では、県内の農家や団体と共同で取り組んできたシャクヤク、ホソバオケラ、オニユリ、ミソハギの栽培について、事例を報告します。

２　取組の経過と結果

シャクヤク

根は生薬「芍薬（シャクヤク）」として漢方薬に配合されています。国内での使用量は 2016 年度で年間約 1,500 トンですが、90%以上を中国からの輸入に依存しています。当園は 2014 年から 2018 年にかけて県内の 5 地域の圃場で農家に委託して試験栽培を行いました。

シャクヤク ‘梵天’

3 年間の栽培期間で 10a あたり新鮮重 900kg～1,500kg の根が得られました。これらの根は、生薬として使用可能な品質を有していました。

ホソバオケラ

根茎は生薬「蒼朮（ソウジュツ）」として漢方薬に配合されています。2016 年度の国内使用量は年間約 900 トンで、国内生産はありません。当園では、2007 年よりホソバオケラの栽培研究に取り組んでおり、2014 年からは県内の 5 地域で委託栽培を行いましたが、梅雨や秋雨時期に白絹病などで枯死することが多く、年間を通して降水量が多い高知県での栽培は困難だと考えられます。

オニユリ

鱗茎は生薬「百合（ビャクゴウ）」として漢方薬に配合されるほか、ゆり根として食用に用いられます。花による景観形成と地域独自の食品の開発を目的として安田町の休耕地を用いて安田町老人クラブ連合会と共同で栽培に取り組んでいます。

本種は高温多湿に耐える強健な性質をもちますが、連作を嫌うため、毎年 10 月に植え替えをします。2019 年の植え替え時に余剰となったゆり根を用いて試食会を行いました。

ミソハギ

牧野博士ゆかりの植物の有用性評価研究の材料提供と棚田の景観形成などを目的として仁淀川町の集落活動センターだんだんの里と共同で棚田を利用した栽培に取り組んでいます。

2019 年 11 月にミソハギを使用したハーブティーを製品化し、牧野ブランド商品として販売を開始しました。

ミソハギの植え付け

３　まとめ

生薬生産のための薬用植物栽培は現状では栽培期間の長さ、収量、手作業による人件費のコストなど多くの問題を抱えています。収量の増加やコストの削減等による生産性をさらに上げるとともに、出口戦略を考えることも必要です。既存の生薬生産のみならず観光資源としての活用、地域のオリジナル商品の開発などに結びつけることも必要ではないでしょうか。

四国地方における森林の地下部での炭素蓄積量

森林総合研究所四国支所　稲垣　昌宏
森林総合研究所　相澤　州平・平井　敬三

1　課題を取り上げた背景

気候変動枠組条約・京都議定書に基づく森林の二酸化炭素吸収量の算定・報告では６つのプール（地上部バイオマス、地下部バイオマス、枯死木、堆積有機物、土壌有機物、伐採木材製品）の炭素蓄積変化量の算定が求められています。地下部バイオマス以外の地下部の３プールはプロセスモデルから算出されていますが、モデルの改良と実値との検証のため、林野庁が森林吸収源インベントリ情報整備事業土壌等調査（以下インベントリ調査）を実施しています。本調査は、５年間を１期として 2006 年度から開始され、現在では第３期（2016～2020 年）の事業が実施されています。

本調査は、森林生態系多様性基礎調査の調査地点の一部地点を選定して調査を行なっています。全国約 2500 点の調査を５年間かけて網羅するよう調査を行なっています。

本発表では、当事業に森林総合研究所がどのように関わり、現在までにどのような結果が得られているかについて説明いたします。

2　取組の経過

第３期のインベントリ調査では全国を６ブロックに分けて調査が進められています。四国の調査は、中国・四国ブロックのなかで行われています。森林総合研究所は各支所とのネットワークを通して、各ブロックの地域講習会で調査受託者に対して調査方法の指導を行なっています。また、現地を踏査して検証調査を行なったり、調査結果の精度・品質管理に協力したりしています。調査の経過や詳細については森林総合研究所内の web ページ（https://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/fsinvent/）にて紹介しています。

写真　令和元年度
中部近畿・中国四国ブロック
現地講習会の様子

3　実行結果

第１期インベントリ調査（2006～2010 年）の結果によれば、四国の土壌（0-30cm）の炭素蓄積量は平均 5.80 kg m^{-2} であり、全国平均の 6.94 kg m^{-2} と比べて低いことがわかりました（Ugawa et al. 2012）。地域別に比較しても、四国は平均値で近畿地方（5.01 kg m^{-2}）の次に低い値となっています。四国の堆積有機物（落葉・落枝）中の炭素量は 0.50 kg m^{-2} で、全国平均（0.49 kg m^{-2}）とほぼ同等であることがわかりました。地域別で最も小さかったのが九州地方で（0.35 kg m^{-2}）最も大きかったのが中国地方（0.57 kg m^{-2}）でした。四国の枯死木中の炭素量は 0.33 kg m^{-2} で全国平均（0.42 kg m^{-2}）より小さく、中部地方と並んで、地域別で最も小さい値になりました。

表　第１期インベントリデータの炭素蓄積量　（kg m^{-2}）

	土壌（0-30cm）	堆積有機物	枯死木
全国	6.94（3.25）	0.49（0.32）	0.42（0.67）
四国	5.80（2.39）	0.50（0.33）	0.33（0.49）

カッコ内は標本標準偏差

4　考察

有機物の蓄積と分解には温度が強く影響します。温暖な四国地方は九州地方と並んで一般的には分解速度が速い傾向にあり、炭素蓄積量が少なくなる傾向があります。一方、四国には標高が高い場所も多く、一概に平均気温が高い場所が多いわけではありません。測定誤差のコントロールや同一地点の炭素蓄積変化量を調べるために、今後も本事業で繰り返し測定することによって、炭素量変化に及ぼす地域的な要因など多くのことが明らかになると期待されます。

5　引用文献

Ugawa, S. et al. (2012) *Bulletin of FFPRI*, *11*(4), 207-221.