森林計画学会 2021 年度夏季セミナー

# 研究発表会 要旨集

開催日時: 2021年9月30日 13時

時間	発表者	所属	タイトル
13:00	13:30 開会 (開会の辞 松村会	会長)	
13:30	14:00 唐澤 丈	三重大学・生物資源学部	スギ高齢人工林を対象とした樹高と樹冠情報を用いた胸高直径の 推定手法
14:00	14:30 當山啓介	東京大学・千葉演習林	各地の材積表・材積式におけるスギ大径木の単木材積の差異
14:30	15:00 布施敬寛	新潟大学大学院・自然科学研究科	Google Earth Engineを用いた地形効果補正の自動化
15:00	15:15 Opening Remarks for Spe	ecial Session (Dr. Takahashi)	
15:15	15:45 Sharaniya Vijitharan	Natural Resources Management, Asian Institute of Technology	Accounting for Forest Carbon Stocks in Vavuniya District, Sri Lanka using Google Earth Engine – Implications for Carbon- based Incentives
15:45	16:15 Suvekchhya Tuladhar	Natural Resources Management, Asian Institute of Technology	Potential Carbon Removals and Timber Production Through Forest Restoration in Thailand Under NYDF and Beyond
16:15	16:30 Closing Remarks for Spec	cial Session (Dr. Tsusaka)	
16:30	17:00 井上真理子	森林総合研究所・多摩森林科学園	高等学校の「森林経営」では何を学ぶのか-平成期以降の教育書 の分析をもとに-
17:00	17:30 田中和博	京都先端科学大学・バイオ環境学部	「奥行き度」と「まとまり度」の関係性の再確認
17:30	17:45 閉会 (閉会の辞 龍原副	削会長)	

#### スギ高齢人工林を対象とした樹高と樹冠情報を用いた胸高直径の推定手法

唐澤 丈(三重大生資)・吉井達樹・沼本晋也・松村直人(三重大院生資)

#### 研究背景と目的

2019 年より森林経営管理制度が施行され、 今後市町村等における森林管理が加速する ことが期待される。しかし、管理に必要な森 林資源情報、特に単木レベルの情報は十分 整備されておらず、基本情報のデータベー ス構築も、従来通りの現地調査を主体とし た資源把握方法では限界がある。

一方、航空機搭載型レーザ計測システム Light Detection And Ranging(以下、 LiDAR)をはじめとするリモートセンシン グ技術の開発が進んでいる。近年ではドロ ーン(UAV)を用いた研究も盛んに行われ、 高精度な樹高計測が可能であるが、直径推 定には課題があり、いろいろな議論が行わ れている。

本研究では樹齢 200 年を超える非常に高齢なスギ人工林を対象に、ドローン計測の利用と樹高または樹冠幅を変数に持つ胸高直径の推定式の精度検証を行い、今後の地域森林管理への適用可能性を検討する。

#### 対象地

三重大学附属平倉演習林(津市美杉町川上)7 林班ろ小班に属する藤堂スギ林分は 1810年(文化7年)植栽、現在211年生である。2020年時点での立木本数は90本である。台風被害による風倒・伐倒により、立木本数は年々減少している。また、梢端部が損傷した樹木も存在するため、これらは除外して検討する。

#### 解析方法

2020 年度に行ったドローン空撮写真を活用した樹高と樹冠幅の推定値と樹高の毎木調査結果を用いて胸高直径の推定精度を比較する。検討した推定式は(1)~(4)であり、(1)は山本ら(1984)・松村(2003)によって調製された座屈式を変形したもの、(2)は(1)の座屈式を本研究の毎木調査の結果を用いて調製した回帰式である。(3)、(4)は三重県内の林齢 11~170 年のデータを用いて島田(2011)によって調製された三重県内の適用を意図した回帰式である。各式により推定された直径と毎木調査の直径を比較し、二乗平均平方根誤差(RMSE)を算出する。

$$D = \left(\frac{H}{2.024}\right)^{\frac{3}{2}} \tag{1}$$

$$D = (\frac{H}{1.837})^{\frac{3}{2}} \qquad (2)$$

 $D = 0.3914 \times H^{1.407} \tag{3}$ 

 $D = 1.3866 \times H + 4.8520 \times CW - 22.6459(4)$ 

#### 結果と考察

推定精度を表 1 にまとめる。(1)と(4)は 同程度に適合が良く、樹齢 200 年を超える 高齢林分で自重による座屈に耐えられる安 定性と地域への汎用性、また、樹冠情報の応 用可能性についてさらに検討したい。

表 1 胸高直径推定精度

	(1)	(2)	(3)	(4)
RMSE(cm)	16.59	14.93	24.54	18.11

#### 引用文献

山本ら(1984)95 回日林論,89-90 松村 (2003)統計数理51:11-18 島田(2011)三 重林研3:19-26.

#### 各地の材積表・材積式におけるスギ大径木の単木材積の差異

當山啓介 Keisuke TOYAMA (東京大学千葉演習林)

#### はじめに

日本の人工林は高齢林化が徐々に進展しており、面積上の齢級のピークは引き続き存続・高齢化すると 予想されている。この中で、高齢林分が不足していた時期の基礎データに基づく森林蓄積推定の過少性が たびたび指摘されているが、森林簿およびその背景にある林分収穫予想表とともに妥当性が懸念されるの は、単木の立木幹材積表(材積表)・材積式である。レーザー測量によるビッグデータなどを通じて材積 式が一新される日が遠からず訪れると思われるが、増加するスギ大径木の単木材積が各地の材積式でどの 程度異なるかを整理した本発表が、材積表問題の重要性の程度を推し量る一助となれば幸いである。

#### 材料・方法

東京大学千葉演習林で使用されている『各樹材積表』(1931) および、全国を網羅している『立木幹材積表 (東日本編・西日本編)』(林野庁、1970) に記載の材積表・材積式のうち、スギを対象とする 16 個(うち6つは天然スギ用) について、表記上の適用可能最大個体サイズ(胸高直径・樹高)を確認するとともに、『材積表調製業務資料』に記載された試料木の最大個体サイズを整理した。そのうえで、東京大学千葉演習林に現存する 100 年生以上の高齢スギ人工林固定試験地の最新測定データ(11 区 1,092 本)に、各材積表を試みに適用した。計算には森林総合研究所「幹材積計算プログラム」を使用した。

各材積表・材積式の最大個体サイズを表-1に整理した。天然林を除き、調製時の試料木の最大サイズは概して限定的であり、現在の人工林に対して必ずしも充分なサイズではないといえる。材積表・材積式に表示される適用範囲に関しても同様であるが、それが試料木の最大サイズと比較して大幅に大きいケースもあった。

対象地域	ζ	千葉 演習林	青森	秋田	会津 新潟	前橋	東京	長野	名古屋	大阪	高知	熊本	飫肥	青森 天然	秋田 天然	山陰 天然	高知 天然	下屋久 天然	上屋久 天然
																	八盃		
最大試料木	H (m)	不明	33	35	無記載	無記載	39	34	32	別事業	30	31	28	別事業	51	別事業	43	37	別事業
取入武村小	DBH(cm)	不明	68	64	78	94	66	52	70	で調製	50	62	70	で調製	130	で調製	138	158	で調製
材積表に表示の	Н	36	40	40	40	40	40	42	40	55	40	50	40	50	50	50	53	45	45
最大範囲	DBH	120	80	70	80	80	120	80	70	200	80	150	80	120	120	120	150	160	160
材積式に表示の 最大胸高直径	DBH		無記載	70	80	80	無記載	無記載	無記載	無記載	60	無記載	無記載	130	130	無記載	150	無記載	無記載

表-1 各地のスギ材積表・材積式の最大個体サイズ

#### - 成入州四島と 注: 黄色表示は対象が人工林木、緑表示は対象が天然林木であることを示す。試料木で最大樹高と最大胸高直径を示す個体は基本的に同一でない。

#### 結果

千葉演習林の材積表の値は他に比して全般に大きく、特に大径木でそれが顕著であった(表-2)。 表-2 各地の材積表に基づく試験地別・10cm 直径階別の立木幹材積合計の比較

試験地	千葉 演習林	青森	秋田	会津 新潟	前橋	東京	長野	名古屋	大阪	高知	熊本	飫肥	青森 天然	秋田 天然	山陰 天然	高知 天然	下屋久 天然	上屋久 天然	本数	林齢
Gobozawa	100%	90%	93%	93%	90%	86%	96%	85%	87%	75%	81%	93%	93%	97%	89%	86%	91%	86%	192	115
Godai1	100%	91%	92%	91%	90%	87%	94%	87%	88%	80%	83%	91%	93%	98%	91%	87%	93%	89%	71	115
Anno 1	100%	98%	97%	96%	95%	93%	97%	94%	91%	89%	90%	92%	96%	102%	94%	92%	95%	94%	101	117
Metaki3	100%	95%	96%	95%	93%	90%	97%	89%	89%	82%	85%	92%	95%	100%	91%	89%	93%	90%	23	117
Godai2	100%	91%	92%	92%	90%	86%	94%	86%	87%	78%	82%	92%	93%	98%	90%	86%	93%	88%	17	118
Anno2	100%	99%	99%	98%	96%	93%	99%	94%	91%	87%	90%	92%	96%	102%	93%	92%	94%	93%	63	118
Ninodai	100%	97%	96%	96%	94%	92%	97%	93%	90%	87%	88%	91%	95%	101%	93%	91%	94%	93%	39	120
Gotagura	100%	89%	91%	90%	89%	85%	93%	85%	87%	77%	80%	91%	92%	97%	90%	85%	92%	87%	323	124
Imasumi	100%	83%	83%	83%	86%	78%	87%	81%	84%	78%	76%	89%	88%	93%	90%	82%	91%	84%	192	159
Jindajo	100%	77%	77%	77%	82%	73%	82%	77%	81%	76%	71%	90%	83%	88%	89%	79%	86%	78%	41	165
Sakuragao	100%	81%	82%	83%	85%	77%	87%	80%	83%	75%	75%	91%	87%	91%	89%	81%	88%	81%	30	183
全体	100%	87%	89%	88%	88%	83%	92%	84%	86%	78%	79%	91%	91%	96%	90%	85%	91%	86%	1,092	
10cm	千葉	青森	秋田	会津	前橋	東京	長野	名古屋	大阪	高知	熊本	飫肥	青森	秋田	山陰	高知	下屋久	上屋久	本数	
直径階	演習林			新潟									天然	天然	天然	天然	天然	天然		
< 30	100%	109%	108%	107%	108%	104%	105%	103%	98%										64	
< 40	100%	105%								97%	103%	101%	99%	109%	97%	100%	99%	99%		
< 50			106%	105%	100%	98%	104%	101%	94%	92%	96%	94%	98%	105%	94%	94%	95%	95%	98	
	100%	100%	100%	99%	95%	95%	100%	93%	94% 91%	92% 85%	96% 89%	94% 93%	98% 97%	105% 102%	94% 92%	94% 92%	95% 93%	95% 93%	195	
< 60	100%	100% 93%	100% 94%	99% 94%	95% 91%	95% 89%	100% 96%	93% 88%	94% 91% 88%	92% 85% 81%	96% 89% 84%	94% 93% 90%	98% 97% 94%	105% 102% 99%	94% 92% 91%	94% 92% 88%	95% 93% 93%	95% 93% 92%	195 276	
< 60 < 70	100% 100%	100% 93% 88%	100% 94% 89%	99% 94% 89%	95% 91% 89%	95% 89% 84%	100% 96% 92%	93% 88% 84%	94% 91% 88% 86%	92% 85% 81% 78%	96% 89% 84% 80%	94% 93% 90% 90%	98% 97% 94% 92%	105% 102% 99% 97%	94% 92% 91% 90%	94% 92% 88% 85%	95% 93% 93% 92%	95% 93% 92% 86%	195 276 221	
< 60 < 70 < 80	100% 100% 100%	100% 93% 88% 84%	100% 94% 89% 86%	99% 94% 89% 86%	95% 91% 89% 87%	95% 89% 84% 80%	100% 96% 92% 90%	93% 88% 84% 81%	94% 91% 88% 86% 85%	92% 85% 81% 78% 75%	96% 89% 84% 80% 77%	94% 93% 90% 90% 91%	98% 97% 94% 92% 90%	105% 102% 99% 97% 94%	94% 92% 91% 90% 89%	94% 92% 88% 85% 83%	95% 93% 93% 92% 93%	95% 93% 92% 86% 85%	195 276 221 129	
< 60 < 70 < 80 < 90	100% 100% 100% 100%	100% 93% 88% 84% 80%	100% 94% 89% 86% 81%	99% 94% 89% 86% 82%	95% 91% 89% 87% 84%	95% 89% 84% 80% 76%	100% 96% 92% 90% 86%	93% 88% 84% 81% 79%	94% 91% 88% 86% 85% 83%	92% 85% 81% 78% 75% 74%	96% 89% 84% 80% 77% 73%	94% 93% 90% 90% 91% 92%	98% 97% 94% 92% 90% 87%	105% 102% 99% 97% 94% 91%	94% 92% 91% 90% 89% 88%	94% 92% 88% 85% 83% 80%	95% 93% 93% 92% 93% 89%	95% 93% 92% 86% 85% 81%	195 276 221 129 60	
< 60 < 70 < 80 < 90 < 100	100% 100% 100% 100% 100%	100% 93% 88% 84% 80% 77%	100% 94% 89% 86% 81% 79%	99% 94% 89% 86% 82% 79%	95% 91% 89% 87% 84% 83%	95% 89% 84% 80% 76% 73%	100% 96% 92% 90% 86% 84%	93% 88% 84% 81% 79% 76%	94% 91% 88% 86% 85% 83% 81%	92% 85% 81% 78% 75% 74% 73%	96% 89% 84% 80% 77% 73% 71%	94% 93% 90% 90% 91% 92% 92%	98% 97% 94% 92% 90% 87% 84%	105% 102% 99% 97% 94% 91% 88%	94% 92% 91% 90% 89% 88% 88%	94% 92% 88% 85% 83% 80% 78%	95% 93% 93% 92% 93% 89% 87%	95% 93% 92% 86% 85% 81% 78%	195 276 221 129 60 31	
< 60 < 70 < 80 < 90 < 100 < 110	100% 100% 100% 100% 100% 100%	100% 93% 88% 84% 80% 77% 74%	100% 94% 89% 86% 81% 79%	99% 94% 89% 86% 82% 79%	95% 91% 89% 87% 84% 83% 81%	95% 89% 84% 80% 76% 73%	100% 96% 92% 90% 86% 84% 81%	93% 88% 84% 81% 79% 76% 74%	94% 91% 88% 86% 85% 83% 81% 80%	92% 85% 81% 78% 75% 74% 73% 71%	96% 89% 84% 80% 77% 73% 71% 68%	94% 93% 90% 90% 91% 92% 92% 93%	98% 97% 94% 92% 90% 87% 84%	105% 102% 99% 97% 94% 91% 88% 85%	94% 92% 91% 90% 89% 88% 88%	94% 92% 88% 85% 83% 80% 78%	95% 93% 93% 92% 93% 89% 87%	95% 93% 92% 86% 85% 81% 78%	195 276 221 129 60 31	
<60 <70 <80 <90 <100 <110 <120	100% 100% 100% 100% 100% 100%	100% 93% 88% 84% 80% 77% 74% 71%	100% 94% 89% 86% 81% 79% 76% 71%	99% 94% 89% 86% 82% 79% 76% 72%	95% 91% 89% 87% 84% 83% 81% 79%	95% 89% 84% 80% 76% 73% 70%	100% 96% 92% 90% 86% 84% 81% 77%	93% 88% 84% 81% 79% 76% 74% 72%	94% 91% 88% 86% 85% 83% 81% 80% 78%	92% 85% 81% 78% 75% 74% 73% 71% 74%	96% 89% 84% 80% 77% 73% 71% 68% 66%	94% 93% 90% 90% 91% 92% 92% 93% 91%	98% 97% 94% 92% 90% 87% 84% 81% 78%	105% 102% 99% 97% 94% 91% 88% 85% 83%	94% 92% 91% 90% 89% 88% 88% 87%	94% 92% 88% 85% 83% 80% 78% 78%	95% 93% 93% 92% 93% 89% 87% 81% 79%	95% 93% 92% 86% 85% 81% 78% 73%	195 276 221 129 60 31 13	
< 60 < 70 < 80 < 90 < 100 < 110	100% 100% 100% 100% 100% 100%	100% 93% 88% 84% 80% 77% 74%	100% 94% 89% 86% 81% 79%	99% 94% 89% 86% 82% 79%	95% 91% 89% 87% 84% 83% 81%	95% 89% 84% 80% 76% 73%	100% 96% 92% 90% 86% 84% 81%	93% 88% 84% 81% 79% 76% 74%	94% 91% 88% 86% 85% 83% 81% 80%	92% 85% 81% 78% 75% 74% 73% 71%	96% 89% 84% 80% 77% 73% 71% 68%	94% 93% 90% 90% 91% 92% 92% 93%	98% 97% 94% 92% 90% 87% 84%	105% 102% 99% 97% 94% 91% 88% 85%	94% 92% 91% 90% 89% 88% 88%	94% 92% 88% 85% 83% 80% 78%	95% 93% 93% 92% 93% 89% 87%	95% 93% 92% 86% 85% 81% 78%	195 276 221 129 60 31	

## Google Earth Engine を用いた地形効果補正の自動化

新潟大学大学院自然科学研究科 布施敬寛 新潟大学農学部 村上拓彦

#### 1.目的

地形効果補正は衛星画像における陰影の発生を補正するモデルである (Sola *et al.* 2016)。 本研究では、データの取得から補正画像の作成までを行うプログラムを作成し、地形効果補 正の自動化を目的とする。

#### 2.方法

自動化には Google Earth Engine(以下 GEE と呼ぶ)を用いる。GEE は地理空間情報を対象としたクラウドベースの解析用プラットフォームである(Noel et al. 2017)。対象画像はLandsat8 とし、path と row と撮影日時を指定するだけで補正が行われるプログラムを目指した。補正に必要な DEM は SRTM を使用した。プログラムの使用言語には JavaScriptを選択した。複数存在する補正法の中から、自動化の対象として C 法(Teillet et al. 1982)を選択した。C 法は式(1)で表現される。

$$L_{corr,\lambda} = L_{\lambda} \frac{\cos \theta_s + C_{\lambda}}{\cos y_t + C_{\lambda}} \tag{1}$$

 $L_{corr,i}$ :補正後のデジタルナンバー、 $L_{\lambda}$ :補正前のデジタルナンバー、 $\theta_s$ :太陽天頂角、 $\gamma_i$ :太陽入射角、 $C_{\lambda}$ :ピクセル値と太陽入射角の余弦を回帰分析して得られるパラメータ

#### 3.結果・展望

図 1 は 2020 年 8 月 26 日、path108、row34 の補正前と補正後の画像である。2 枚の画像を比較すると、山間部の陰影が軽減されていることが確認できる。今後は C 法以外の補正法についても自動化を目指し、作成したプログラムは GitHub にて公開する予定である。

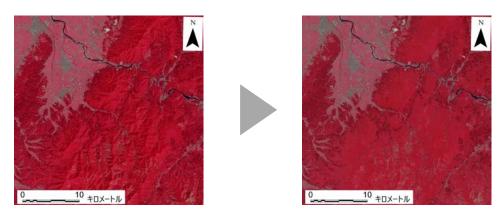


図1 地形効果補正前(左)と後(右)の画像

# Accounting for Forest Carbon Stocks in Vavuniya District, Sri Lanka using Google Earth Engine – Implications for Carbon-based Incentives

Sharaniya Vijitharan <st121566@ait.ac.th>, Nophea Sasaki Natural Resources Management, Asian Institute of Technology, Thailand

**Abstract**: This study used the GEE to acquire the Landsat time-series images between 1994 and 2020 and applied the PBTC method for mapping and assessing the changes in forest cover and carbon stocks in the in Vavuniya District, Sri Lanka. We could develop a forest reference emission level for this district and recommend strengthening the national policy frameworks for achieving maximum emission reductions.

Keywords: Forest cover, Google Earth Engine, PBTC, Carbon accounting, Carbon revenues

#### 1. Introduction

Nature-based solution such as forest restoration to combat the effects of climate change has been gaining momentum as seen with its iteration in several global frameworks (Erbaugh and Oldekop, 2018). Such restoration can provide benefits such as biodiversity conservation, carbon storage and removal, timber production and watershed protection amongst others (Kaite and Riddle, 2020). Understanding some of these benefits such as carbon removals and timber production have important implications for climate change mitigation and economic development. Studies that can quantify the potential benefits from restoration can help incentivize policy directions for forest restoration, which has not yet been assessed in Thailand.

#### 2. Study Methods and Materials

The location of this study is in the Northern Province of Sri Lanka. Initially, cloud-free activity data were obtained from Landsat 5 Thematic Mapper, Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus, and Landsat 8 Operational Land Imager through GEE. Then the PBTC classification method is used to classify the selected land cover classes (Table 1). This study applied the enhanced vegetation index minimum and maximum threshold values to mapping the forest cover. In addition, a stratified random sampling method was followed to collect the reference points in Google Earth Pro to validate the resultant PBTC maps (Olofsson et al., 2014). A retrospective approach could assess the forest cover loss and gain (Sasaki et al., 2016). The gain-loss method estimates carbon emissions and removals. A qualitative comparative analysis (QCA) evaluates the policy frameworks (Schneider & Wagemann, 2006).

#### 3. Progressive Results

There are seven PBTC maps produced, and also if the overall accuracy of this classification is greater than 80%, the adopted model would be the best fit for this study. This research expects to assess the changes in forest cover and carbon stocks temporally and spatially. Besides, this study will establish the district-level forest reference emission level, and measure the carbon

emissions, removals, and carbon revenues under the Paris Agreement period (2020-2030). The QCA method will analyze the remote and proximate factors to recommend necessary policy changes to provide targeted result-based financial incentives.

Table 1: Description of selected land cover categories

Land Cover Categories	Description
Dry monsoon forest	Dense forests located in areas below 1000 m elevation with rainfall below 1900 mm and canopy cover is 40 to above 70%.
Open forest	Land spanning more than 5 hectares the tree canopy cover:10% to 40%.
Other lands	Crop lands, barren lands, shrubs and settlements.
Water bodies	Areas with fresh water

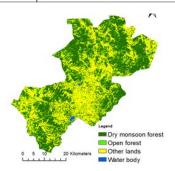


Fig. 1: Forest cover map – 2020

#### 4. Concluding Remarks

GEE is useful for assessing forest cover and carbon stock changes over the last 30-40 years at speed and scale without any costs as many developing countries do not possess such long-term data. When land cover change is assessed, it can provide better-informed decision making in forest and carbon conservation.

#### References

Olofsson et al. (2014) Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change.

Sasaki et al. (2016) Sustainable Management of Tropical Forests Can Reduce Carbon Emissions and Stabilize Timber Production.

Schneider & Wangemnn (2006). Reducing complexity in Qualitative Comparative Analysis (QCA): Remote and proximate factors and the consolidation of democracy.

Venkatappa, M. Sasaki, N. et al. (2019). Determination of Vegetation Thresholds for Assessing Land Use and Land Use Changes in Cambodia using the Google Earth Engine Cloud-Computing Platform.

#### **Biography**

Ms. Sharaniya Vijitharan is a doctoral student under the supervision of Prof. Nophea Sasaki, at the Asian Institute of Technology, Thailand. Her Ph.D. research focuses to assess forest carbon stocks to receive carbon-based revenues. Also, she is in the early stages of her research and likes to share at this seminar.

# Potential Carbon Removals and Timber Production Through Forest Restoration in Thailand Under NYDF and Beyond

Suvekchhya Tuladhar <st121690@ait.ac.th>, Nophea Sasaki Natural Resources Management, Asian Institute Of Technology

**Abstract:** This study aims to assess the carbon removals, timber and pulpwood production that can be achieved through forest restoration in Thailand from 2021 to 2100. This assessment is in line and important for the achievements of the goals of the New York Declaration on Forests (NYDF). Land availability for forest restoration to be restored in Thailand will be assessed and forest growth models will be applied to assess carbon stocks under different management regimes of the restored forests.

Keywords: Carbon stocks, carbon removals, forest growth models, forest restoration

#### 1. Introduction

Nature-based solution such as forest restoration to combat the effects of climate change has been gaining momentum as seen with its iteration in several global frameworks (Erbaugh and Oldekop, 2018). Such restoration can provide benefits such as biodiversity conservation, carbon storage and removal, timber production and watershed protection amongst others (Kaite and Riddle, 2020). Understanding some of these benefits such as carbon removals and timber production have important implications for climate change mitigation and economic development. Studies that can quantify the potential benefits from restoration can help incentivize policy directions for forest restoration, which has not yet been assessed in Thailand.

#### 2. Study Methods and Materials

The trend of forest area that can be restored will be calculated based on Thailand's National Strategic Plan which aims to increase forest cover to 55% by 2037. From 2038 to 2100, 5% increase is considered as larger area for restoration might not be available. For both timeframes, 25%, 15% and 15% will be allocated for conservation forests (represented by native species), economic forests (teak) and stands outside forest area (eucalyptus) (RFD, 2019). Based on data on biomass or carbon stocks at specific ages, tree growth models are developed and will be applied to for each type of management which will be used to calculate carbon stocks (Chayaporn et al., 2021). Wood densities and biomass expansion factors will be used to calculate timber production.

#### 3. Progressive Results

This is our progressive results on carbon storage, carbon removal and economic benefits from timber and pulpwood that could be obtained from forest restoration. Such quantification can provide useful information for actual implementation and to understand the contribution of the restored forests to achieving

Thailand's commitment to NYDF. Thailand considers emission reductions from forest restoration as part of its Nationally Determined Contribution.

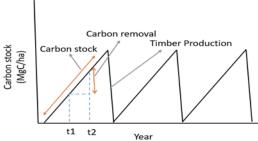


Fig 1. Carbon stocks, removal and timber production

We will assess the carbon stocks and carbon removal for the whole management cycle and during the specific time intervals (t1 and t2). We will then assess the carbon and timber revenues from all restored forests.

#### 4. Concluding Remarks

Assessment of carbon stocks, carbon removals, timber/plupwood production and associated revenues from forest restoration will have important scientific as well as policy relevance.

#### References

Chayaporn, P., Sasaki, N., Venkatappa, M., Abe, I., 2021. Assessment of the overall carbon storage in a teak plantation in Kanchanaburi province, Thailand – Implications for carbon-based incentives.

Erbaugh, J.T., Oldekop, J.A., 2018. Forest landscape restoration for livelihoods and well-being

Kaite, H., Riddle, A.A., 2020. Forest Carbon Primer 1–34

RFD. Royal Forest Department, 2009. Forestry in Thailand.

#### **Biography**

Suvekchhya Tuladhar is a master's student under the supervision of Prof. Nophea Sasaki at AIT, Thailand.

## 高等学校の「森林経営」では何を学ぶのか 一平成期以降の教育書の分析をもとに一

井上真理子(森林総合研究所 多摩森林科学園)

#### はじめに

高等学校(以下,高校)では、農業高校(全国に約300校)の中に森林・林業関連学科が設置されている。教科「農業」に含まれる森林・林業科目(「森林科学」,「森林経営」,「林産物利用」)のうち,「森林経営」は、戦後から関連科目が継続しており、平成期に「林業経営」から改称した<sup>1)</sup>。本研究では、教科書などから「森林経営」の教育内容を明らかにした(以下、科目は「」を付けた)。

#### 方法

「森林経営」について、戦後の教育について整理した既往の研究 <sup>1)</sup> ふまえて,「学習指導要領」 (文部科学省)と教科書をもとに、教育目標をふまえた教育内容を整理した。平成期の指導要領改 訂は4回で(1989, 1998, 2008, 2017 年度),科目名は「林業経営」(1989 年)から「森林経営」(1998, 2008 年)になった。具体的な教育内容は、現行の教科書(2008 年版) <sup>2)</sup>と新指導要領を比較した。

#### 結果

1. 教育目標:「森林経営」(2008 年)では、森林の測定、計画と管理に関する知識や技術の習得、森林の機能と評価の意義の理解、森林を持続的に経営する能力と態度の育成である。新指導要領では、森林経営の持続的な経営発展に向けた知識や技術、創造力、態度の育成で、抽象的になった。2. 教育内容:「森林経営」関連科目の教育内容(4分野)は、概論(森林と森林経営、森林の機能)、測樹(森林の測定、評価)、経営(計画、管理、流通)、林政(政策・法規)に分けられている 1)。平成期の教育書のもくじを表-1に示した。「森林経営」では、「林業経営」のもくじ構成が継承していたが、新指導要領では変化した。プロジェクト学習(1章)と実践(7章)が加わり、農山村の保全(6章)が増え(「森林科学」から治山治水の内容が移動)、測樹が経営の内容の次になった。次に、具体的な内容を項目別にみると、概論と経営の内容で変化がみられた。

経営では、「林業経営」での内容(指導原則、森林計画・編成、経営組織、生産管理・労務管理、財務管理・経営分析)が、「森林経営」になると、森林計画の他に経営目標、持続可能な森林経営、森林情報と森林空間の利用に変わっていた。新指導要領では、持続可能な森林経営(基準・指標や森林認証)を中心に、クレジット化、CSR などが示され、森林空間の利用や森林情報はなかった。

概論の内容(森林資源,木材需給,森林経営の意義や役割)は、「森林経営」でも同じだが、新 指導要領で、森林・林業(資源状況,貿易,流通)に絞られ、森林の機能が「森林科学」に移った。

測樹と林政の内容では、大きな変化はなかった。測樹の内容(材積の測定、成長量と樹幹解析、空中写真、衛星リモートセンシング、森林の評価)に、「森林経営」になると、ゾーニング・GIS が加わった。林政の内容(林業政策の歴史、法律)には、新たな施策が加わっていた。

#### 考察

高校の「森林経営」には,経営と林政, 風致分野にまたがる内容が含まれていた。

	衣-1	' ককባጥጥエ	呂」関連科目のもくしの変化	
森林経営	林業経営	森林経営	森林経営	森林経営
教育内容(項目)	1989年	1998年	2008年	2017年
				1 プロジェクト学習
森林と林業経営	1章	1章	1章 森林と森林経営	2 世界と日本の森林・林業
森林の機能	-	2章	2章 森林の機能	-
森林の測定	2章	3章	3章 森林の測定と評価	4 森林の測定と評価
森林の評価	3章	"	//	"
林業/森林経営の計画	4章	4章	4章 森林経営の計画と管理	3 森林経営の目標と組織
林業/森林経営の管理	5章	5章	//	-
木材の流通	6章	_	5章 木材の流通	-
林業/森林政策(法規)	7章	7章	6章 森林経営と森林政策	5 森林・林業の制度と政策
				6 山地と農山村の保全
				7 森林経営の実践

「林業経営」(1989年)と比較すると、森林情報やゾーニング、GIS、森林の空間利用の内容が増えたが、財務管理や労務管理など林業経営の内容がなくなっており、新指導要領では、持続可能な森林経営を中心に、世界的な視野(森林の資源状況と貿易、基準・指標や森林認証、森林のクレジット化など)での環境的な側面の内容が加わったが、森林経営の概要や施業との関わりが少なく、森林計測は経営の後になるなど、従来からの木材生産としての視点が少なくなった。ただし、森林の機能は「森林科学」に移り、森林の空間利用を含む幅広い森林管理が捉えている訳でもなかった。

林業経営から変わった森林経営では何を教えるべきか、改めて整理する必要があると考えられた。

#### 引用文献

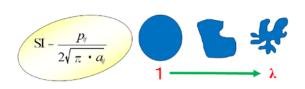
1) 井上真理子・大石康彦・宮下理人 (2014) 戦後における専門高校「森林経営」関連科目の変化と課題、日林誌 96:50-59 2) 文部科学省 (2014) 高等学校用森林経営 (農業 315)、実教出版、

## 「奥行き度」と「まとまり度」の関係性の再確認

田中和博(京都先端科学大学・バイオ環境学部)

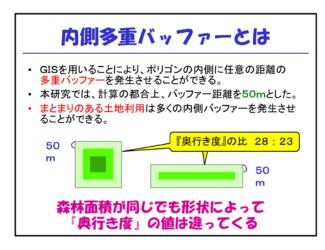
土地利用の評価においては、それぞれの土地の大きさや形状、そして、その土地の利用内容が評価の対象になる。土地の大きさや形状は量的な評価につながり、土地利用の内容は質的な評価につながる。

GIS を用いた土地利用の量的な解析では、それぞれの土地の区画を、ポリゴンとして入力すれば、大きさ(面積)も形状も計測することができる。ここで形状の指標としてよく用いられているのが、形状指数であって、ポリゴンの面積(S)の平方根に対する周囲長(P)の比として定義されている。



形状指数は、分かり易い指標であることから、多用されているが、無次元の指標値であるので、大きさを反映していない。すなわち、1haの円形の緑地であっても、1aの円形の緑地と同じ値になる。

そのため、筆者はポリゴンの内側に多重バッファーを発生させ、内側のバッファーほど 大きな重みを与えて評価する「奥行き度」を提案したが、内側多重バッファーを発生させ るのに手間がかかることから、より簡便な指標として「まとまり度」も提案した。



「奥行き度」は体積に相当する指標値であるので、その体積に形状指数の逆数を掛けたものを、「まとまり度」とし、一辺が1単位の正方形の場合に、「まとまり度」の数値が1になるように係数4を掛けることにして、「まとまり度」(M)を次の様に定義した。

 $M = 4 \times S \times S \div P$ 

「まとまり度」は「奥行き度」に代わる指標として考案したものであるが、両者の関係性については、これまで、体系的に調べていなかった。

本研究では、基本的な図形に対する両者の関係性を再確認したとともに、都市域に存在する現実の複数の緑地についても、両者の指標値を求め、実際のスケール感ではどの様な相違が出てくるのか、その結果を比較、考察した。