

研究から実践へ

—タスマニアにおける保持林業—

山浦悠一^{1) 2)}・山中 聡³⁾・明石信廣⁴⁾

はじめに

木を伐りながら生き物を守る——この課題に応えるための手法として、主伐時に樹木を残す「保持林業 (retention forestry)」が 1980 年代にアメリカで編み出された。現在、保持林業は森林認証の要件として採用されるなど、世界中で注目を浴びている (柿澤ほか 2018)。日本国内でも、戦後造成された人工林が伐期を迎えつつあり、人工林を主伐しながらいかに森林の多面的機能を維持向上させるかが重要な課題となりつつある。こうした状況で、私たちは北海道有林で日本型の保持林業実証実験を行っている (Yamaura et al. 2018, 尾崎ほか 2018)。

実験は、北海道中央部の旭川市から南西に 25km ほど離れたイルムケップ山塊で行っている。人工林が広がる本地域で私たちは、トドマツ人工林を主伐する際に混交する広葉樹を伐らずに実験的に維持している。北米や北欧における保持林業はすでにいくつか報告されているが (森 2009, 尾崎 2012)、海外の先行事例は保持林業の国内への導入にあたって、大いに参考になると思われる。今回、オーストラリア連邦のタスマニア州 (以降、タスマニア) の現場を訪れる機会があったので報告したい。

なお、北海道の実験では retention forestry を「保残伐」と呼んでいるが、天然更新を念頭に主伐の際に母樹を残す保残木作業との混同を避けるため、本稿では「保持林業」と呼ぶ。保残木作業では、母樹は天然更新が成功するといずれ伐採・収穫される。しかし、保持林業では生物多様性の保全を目的に、残された樹木は少なくとも次の伐期までは維持されるため、保残木作業と保持林業はその発想や目的、手法が大きく異なる (柿澤ほか 2018)。

タスマニアの森林・林業

タスマニアはオーストラリア本土から南東に 240km 離れた場所に位置する、北海道よりやや小さな島である。その半分は森林 (冷温帯林) で覆われており、そのうちおよそ半分が保護区で、保護区外の残りの森林が林業の主な対象である。タスマニアの森林の主要な攪乱は山火事 (雷や人為由来で、ユーカリの更新を促進する) であり、その頻度によって構成する樹種が異なる。最も山火事の頻度の高いのが乾燥ユーカリ林で (5 ~ 25 年間隔)、森林の 45 % を占める。乾燥林は 40m 以下の丈の低い多様な林齢のユーカリから構成されている。湿潤ユーカリ林は山火事の頻度が低く、樹高 40m を超える *Eucalyptus obliqua* (stringybark) や *E. regnans* (mountain ash) から構成される。両種はタスマニアの最重要林業樹種であり (タスマニアンオークと日本では呼ばれている)、建築材や家具材、パルプ・チップ材として用いられる。両種ともに 400 年生を超える大型個体は樹高 90m 以上に達することもあり、地球上でも最大樹種の一つである。湿潤ユーカリ林は森林の 24 % を占めるにすぎないが、林業の重要な対象となっている。

湿潤ユーカリ林の 29 % は老齢林 (老齢林に達するには一般に 120 年必要だという) であり、湿潤老齢林の 71 % が保護区に、14 % (33,000ha) が伐採計画に組み込まれている。伐採後は山火事に依存したユーカリの更新を促進するため、皆伐して秋に火入れを行い、ヘリコプターで種を蒔く手法が 1960 年代から行われてきた (写真①)。計画伐期は 90 年で、皆伐面積は 30 ~ 50ha ほどである。しかし、皆伐、特に老齢林の皆伐に対する社会的な批判が 1980 ~ 90 年代に高まった。湿潤ユーカリ林を伐採・更新する新たな

1) 森林総合研究所森林植生研究領域 2) オーストラリア国立大学環境社会学部
3) 森林総合研究所北海道支所 4) 北海道立総合研究機構林業試験場



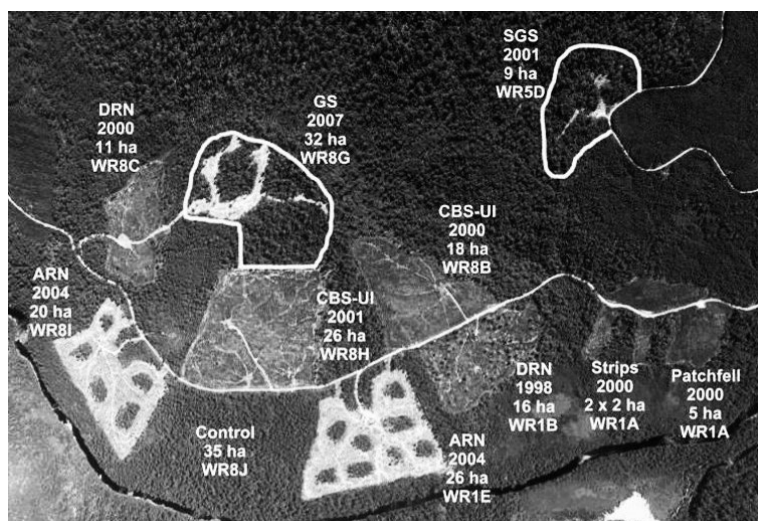
▲写真① 皆伐区に更新するユーカリの稚樹



▲写真② 保持区の遠景

保持区の周囲は防火帯として未木枝条が除去されている。伐区周囲と連結した保持区（中央）と島状の保持区がある。
※詳細は表②を参照。

(S. Baker 氏提供)



◀図① ワラ実験区

CBS-UI = 皆伐
ARN = 群状保持
DRN = 単木保持
GS = 群状択伐
SGS = 単木択伐
Strips = 線状伐採
Patchfell = パッチ伐採
Control = 非伐採の対照区
(WR から始まるのは処理区の名称)

※詳細は表①を参照。

(S. Baker 氏提供)

手法の開発が必要だと認識され、州有林を管理するタスマニア林業公社は「Warra 長期生態研究サイト」(以降、ワラとする)で 1997 年から保持林業(写真②)の実証実験を開始した。

ワラでの実証実験

ワラはオーストラリアの陸域生態系研究ネットワーク (TERN) や国際的な長期生態研究 (LTER) サイトに参加しており、フラックスタワーを用いた気象の計測や枯死木性生物の発生調査などが継続的に行われている。標高 50 ~ 350m、傾斜 20 度未満の場所で実験が行われており、年間降水量は 1,450mm ほどである。ユーカリの密度は 100 ~ 300 本/ha、樹高は 40 ~ 65m、胸高断面積合計は 60 ~ 90m²/ha である。

ユーカリは山火事後に更新するため、山火事が生じないとナンキョクブナ属の仲間であるマートルなど、ユーカリ以外の種に取って代わられ、レインフォレス

トと呼ばれるようになる。山火事は広域的に延焼することもあるが、その程度は様ではない。遷移後期種や生立木、立ち枯れ木や、まとまった非延焼区が通常山火事跡地には残っている。繰り返して皆伐を行うと、こうした要素、すなわち太い倒木や立ち枯れ木、樹洞木が存在しない森林になってしまう(ちなみにオーストラリアにキツツキは分布しないので、樹洞を利用する生物は形成に時間がかかる自然樹洞に依存している)。そこで、皆伐区、群状保持区(0.5 ~ 1.0ha の非伐採区を伐区内に 30% 残す)、単木保持区(断面積合計で 10 ~ 15% のユーカリの上木を残す)、非伐採区をはじめとする複数の処理区(「replication: 繰り返し」と呼ばれる)が多くの場合それぞれ 2 か所設けられ、成熟した林に依存した生物が伐採区で維持されるか調べられている(図①)。対象とされた分類群は、鳥類、地表性甲虫、維管束植物、^{せんたい} 蘚苔類、地衣類、菌類である。

▼表① ワラ実験区での処理間比較

基準	処理						
	皆伐 ^a	パッチ伐採 ^b	線状伐採	単木保持	群状保持	単木択伐 ^c	群状択伐 ^d
安全性 ^e	1	2	2	3	2	3	2
木材生産性 ^f	1	1	1	1	1	3	1
経済性 ^g	1	2	2	2	2	3	2
老齢林の生物多様性	3	3	2	2	1	2	2
育林 ^h	1	1	1	2	2	3	3
社会的受容性 ⁱ	3	2	2	2	1	1	1
合計	10	11	10	12	9	15	11

Neyland et al. (2012) の Table 7 を著者と Taylor & Francis Ltd. から許可を得て和訳・転載した。

数値は 1 ～ 3 の値を取り、値が小さいほど優れていることを示す。評価は伐採初期の 3 年生時点までの結果により、可能な限り野外調査の結果に基づいているが、困難な場合は専門的な判断に基づいている。

a：下層植生の保持区を含む。

b：伐区は 240m × 200m。

c：75%以上の樹冠を常に残し、樹高以上の疎開地を作らずに 20 年ごとに 40m³/ha を伐採する（火入れはしない）。

d：70%以上の樹冠を残し、30 年ごとに 30%の樹冠を収穫する。疎開地は樹高の 2 倍まで作り、弱度の火入れを行う。

e：伐採前の安全性調査、懸念事項の記録や事後の考察に基づく。

f：生産木材重／週／人。

g：地拵えなど各種作業を考慮し、1ha の森林で同じ処理を繰り返した時に期待される投資家の収益。

h：実生の密度と被食率に基づく。

i：更新作業 1 年後の静止画から受ける印象。

実験のとりまとめ

本実験に関しては、すべての伐採区で 3 年が経過した 2010 年代の初めに成果の取りまとめが行われている。複数の伐採方法が、研究の結果と専門的な観点からスコア付けされた (Neyland et al. 2012)。その結果、研究グループは、皆伐に代わる手法として群状保持が様々な点から最も優れていると結論付け (表①)、群状保持の採用を提言している。北海道の実験や北半球の施業地では樹木を単木的に残す単木保持も採用されている (柿澤ほか 2018)。しかし、樹高 50m を超える湿潤老齢林では、ユーカリの樹冠は他個体と大きく重なっており、複数の枯れた枝があるのが普通である。そのため、伐採する際に 10%以上の樹木を単木的に保持するのは作業的に難しいと考えられた。生物多様性に関しても、様々な分類群で、単木保持よりも群状保持のほうが優れていると判断された (Baker and Read 2011)。湿潤老齢林を伐採する場合、群状保持では手つかずの林床や階層構造が維持されるので、老齢林に依存した生物が維持されやすいと考えられた。Baker 氏によれば、次の調査は伐採後 10 年目を予定しており、その後も 10 年周期で調査を行い、保持林業の長期的な効果を検証したいとのことであった。

評価システムの開発

この実験の結果を受けて、タスマニア州政府は

2010 年までに老齢林の年間伐採面積の少なくとも 80 %で皆伐を行わないと宣言し、保持林業は皆伐に代わる手法として州全体で採用されている。研究と実践が連携した成功例と言えよう。研究チームは保持林業を現場で普及させ望ましい結果を導くために、管理者と現地作業員と議論を重ね、保持林業の評価システムを作成した (表②)。紙面の都合からここでは記載しないが、それぞれの項目で目的、スコア付けの基準が明確に定められている (Baker et al. 2017)。

おわりに

タスマニアで 2006 年に保持林業が最初に実施された際には、保持林業は決して長続きせず、時間の無駄だと思われていた。しかし、2009 年の森林計画者の会合で、保持林業の施業上の課題 (火入れの際の保持区の延焼防止や実生の更新など) はすべて克服されたと結論付けられ、この成功には管理者、研究者、作業員間の連携が不可欠であった。この点を Baker 氏が現地で強調していたのが印象的だった。

背の高い湿潤ユーカリ林では、生産林と周囲の非生産林の構成樹種が同じである (伐採後、播種によって成立したユーカリ林は「native forest：在来林」と呼ばれる)。この点で、針葉樹人工林が主たる生産林であり、保全対象は広葉樹主体の天然林である日本とは大きく異なる。また、タスマニアでは山火事によって維持されるユーカリの更新手法として火入れを取り入

▼表② タスマニア群状保持林業の評価システム

目的	基準	最大点	基準を満たすために必要な得点			
			A	B	C	D
森林の影響 ^a		20	20	15	10	5 or 0
	保持区から樹高分の距離内に含まれる伐区の割合	15				
	保持区から樹高の2倍の距離内に含まれる伐区の割合	5				
保持の量と選択		10	9-10	6-8	4-5	0-3
	保持区の割合	4				
	保持区の代表性 ^b	3				
	保持区の位置 ^c	3				
保持区の健全性		10	9-10	6-8	4-5	0-3
	林縁 vs. 島状の保持区 ^d	2				
	1 ha 以上の島状の保持区の割合	2				
	風倒に対する脆弱性 ^e	1				
	延焼しない保持区の割合	5				
伐区の状態		20	19-20	15-18	10-14	0-9
	防火帯の影響を受けていない伐区の割合	6				
	土壌と粗大有機物への攪乱は最小化されているか？	4				
	索道の牽引の影響を受けていない伐区の割合	10				

Baker et al. (2017) の Table 1 を著者と Elsevier から許可を得て和訳・転載した。

各基準の評価は次の通り。A か B と評価された伐採地は各目的の条件に適していると判断される。

A = 目的を明確に満たしている。

B = 目的を満たしている。

C = 目的を満たしているか明確ではない。

D = 目的を満たしていない。

a : 伐区が保持区に隣接すれば、成熟林性の生物が伐区に定着しやすい。

b : 保持区が伐採前の生態系を代表している度合い。

c : 保持区が生物の生息地となる樹木や立ち枯れ木、大径倒木(直径 1m 以上)などの成熟した森林の要素を含むように設定されているか。

d : 伐区周囲の林分に連結した「林縁」保持区のほうが、成熟林性の生物を維持しやすい。

e : 風倒が多い地域で風倒被害を受けにくい場所に保持区を設置しているか。

れていたが、天然林の構造や組成に大きな影響を及ぼす自然攪乱も日本とは大きく異なっている。例えば、タスマニアの評価システムでは延焼に関連する項目が評価に取り入れられているが(表②)、日本では火入れに関する項目の重要性は低だろう。それでも、風倒リスクの考慮や保持区の代表性などについては、大いに参考になると思われる。

*

なお、現地の案内、資料の提供に関して、Sue Baker, Tim Wardlaw, Tom Baker の三氏には大変お世話になった。本稿は聞き取りや論文、各種統計資料をもとに作成しているが、現地の森林・林業の知識は限られているので、多少の曲解や意訳はご容赦願いたい。

(やまうら ゆういち・やまなか さとし・あかし のぶひろ)

《引用文献》

Baker, S. C., S. J. Grove, T. J. Wardlaw, D. J. McElwee, M. G. Neyland, R. E. Scott, and S. M. Read. Monitoring the implementation of variable retention silviculture in wet eucalypt forest: A key element of successful adaptive management. *Forest Ecology and Management*. 2017, 394:27-41.

Baker, S. C., and S. M. Read. Variable retention silviculture in Tasmania's wet forests: ecological rationale, adaptive management and synthesis of biodiversity benefits. *Australian Forestry*. 2011, 74:218-232.

柿澤宏昭, 山浦悠一, 栗山浩一(編). 保持林業—木を伐りながら生き物を守る—. 築地書館, 2018, 東京, 印刷中

森 章. スウェーデンにおける生物多様性の保全に資する森林管理の試み. *保全生態学研究*. 2009, 14:283-291.

尾崎研一. 生物多様性に配慮した天然林管理の大規模実験—カナダ, アルバータ州の EMEND を訪れて—. *北方林業*. 2012, 64:273-276.

尾崎研一, 明石信廣, 雲野 明, 佐藤重穂, 佐山勝彦, 長坂晶子, 長坂 有, 山田健四, 山浦悠一. 木材生産と生物多様性保全に配慮した保残伐施業による森林管理—保残伐施業の概要と日本への適用—. *日本生態学会誌*. 2018, 68:101-123.

Neyland, M., J. Hickey, and S. M. Read. A synthesis of outcomes from the Warra Silvicultural Systems Trial, Tasmania: safety, timber production, economics, biodiversity, silviculture and social acceptability. *Australian Forestry*. 2012, 75:147-162.

Yamaura, Y., N. Akashi, A. Unno, T. Tsushima, A. Nagasaka, Y. Nagasaka, and K. Ozaki. Retention Experiment for Plantation Forestry in Sorachi, Hokkaido (REFRESH) : A large-scale experiment for retaining broad-leaved trees in conifer plantations. *Bulletin of Forestry and Forestry Products Research Institute*. 2018, 17-1:91-109.