

災害に強い森林づくりのためのGISを用いたマップ化に関する研究

平成26年度～平成28年度

森林チーム 豆田 俊治

1. 目 的

生育不適地に造林された人工林や木材価格の低迷により適切な施業が行われなかった人工林の荒廃が顕在化している中で、近年の局所的豪雨の増加とも相まって林地崩壊などの災害発生が危険視されている。こうした災害を軽減することは喫緊の課題であり、災害の危険性が大きい箇所については優先的に森林整備を行う必要がある。本研究では地図情報システム（以下、GIS）を用いて、災害に強い森林づくりを検討すべき地域を抽出するためのマップ化手法を開発することを目的とした。

本年度は大分県内のスギおよびヒノキ林分312箇所で行った下層植生調査を実施して、森林下層植生の疎密度に影響する要因を検討した。また、平成24年度の北部豪雨災害で斜面崩壊を起こした日田市小野地区の現地で行った下層植生調査を実施して下層植生の侵入状況を検討することで下層植生と斜面崩壊の関係を検討した。

2. 試験方法

1) 林地内の下層植生調査

調査は、大分県下312箇所のスギまたはヒノキの15～101年生の森林で、平成28年11月から平成29年3月にかけて実施した。調査項目は、調査地ごとに林分内の下層植生の種類（草本類、木本類、シダ類）と疎密度（疎、中、密の3段階で評価）、傾斜、斜面方位、地形区分を記録した。調査結果から下層植生と①上層木の種類（スギ、ヒノキ）、②傾斜、③斜面方位、④地形区分 について関係を分析した。

2) 斜面崩壊地における下層植生調査

調査場所は、平成24年度の九州北部豪雨による斜面崩壊地である日田市小野地区とし、崩壊地と崩壊地に隣接する未崩壊地の計15箇所で行った。

調査方法は2 m×2 mの方形プロットを設置して傾斜、斜面方位、プロット内の下層植生を草本類、木本類、シダ類に区分して出現種名と被度を記録した。

3. 結 果

1) 林地内の下層植生調査

代表的な調査地の例を写真-1、2に示す。下層植生の疎密度と傾斜及び斜面方位の結果を表-1に示す。下層植生が疎の割合は、斜面傾斜30°以上の時に63.5%、30°未満で64.7%でほとんど変わらなかった。また、斜面方位が北向きの場所は67.2%、それ以外の場所では62.8%で、北向き斜面の下層植生が疎の割合が4.23%高かった。

次に疎密度と地形及び樹種の結果を表-2に示す。下層植生が疎の割合は、凸型地形が70.7%、凹型地形が72.9%だったのに対して、それ以外の地形では60.5%と凸型・凹型地形における下層植生が疎の割合が高かった。また、上層木がスギかヒノキの場合で下層植生が疎の割合を比較すると、スギ

は66.3%、ヒノキは80.4%で上層木がヒノキの場合の下層植生が疎の割合が14.1%高かった。



写真-1 調査地の例①

佐伯市弥生、スギ33年生、東30°、下層植生中、
山腹平衡斜面



写真-2 調査地の例②

中津市山国町、スギ47年生、西20°、下層植生疎、
山腹凸斜面

表-1 疎密度と傾斜および斜面方位の関係

| 下層植生 | | 疎 | 中 | 密 | 総計 |
|-------------------|--------|-------------|------------|------------|------------|
| 傾斜 および 斜面方位 | 30° 以上 | 54 (63.5%) | 23 (27.1%) | 8 (9.4%) | 85 (100%) |
| | 北向 | 21 (67.7%) | 8 (25.8%) | 2 (6.5%) | 31 (100%) |
| | それ以外 | 33 (61.1%) | 15 (27.8%) | 6 (11.1%) | 54 (100%) |
| | 30° 未満 | 139 (64.7%) | 56 (26.0%) | 20 (9.3%) | 215 (100%) |
| | 北向 | 54 (66.7%) | 20 (24.7%) | 7 (8.6%) | 81 (100%) |
| | それ以外 | 85 (63.4%) | 36 (26.9%) | 13 (9.7%) | 134 (100%) |
| | 総計 | 193 (64.3%) | 79 (26.3%) | 28 (9.3%) | 300 (100%) |
| | 北向 | 75 (67.0%) | 28 (25.0%) | 9 (8.0%) | 112 (100%) |
| | それ以外 | 118 (62.8%) | 51 (27.1%) | 19 (10.1%) | 188 (100%) |

表-2 疎密度と地形および樹種の関係

| 下層植生 | | 疎 | 中 | 密 | 総計 |
|-----------------|------|-------------|------------|------------|------------|
| 地形 および 樹種 | 凸型地形 | 29 (70.7%) | 9 (22.0%) | 3 (7.3%) | 41 (100%) |
| | スギ | 18 (64.3%) | 8 (28.6%) | 2 (7.1%) | 28 (100%) |
| | ヒノキ | 11 (84.6%) | 1 (7.7%) | 1 (7.7%) | 13 (100%) |
| | 凹型地形 | 43 (72.9%) | 14 (23.7%) | 2 (3.4%) | 59 (100%) |
| | スギ | 31 (72.1%) | 11 (25.6%) | 1 (2.3%) | 43 (100%) |
| | ヒノキ | 12 (75.0%) | 3 (18.8%) | 1 (6.3%) | 16 (100%) |
| | それ以外 | 124 (60.5%) | 58 (28.3%) | 23 (11.2%) | 205 (100%) |
| | スギ | 73 (64.6%) | 35 (31.0%) | 5 (4.4%) | 113 (100%) |
| | ヒノキ | 51 (55.4%) | 23 (25.0%) | 18 (19.6%) | 92 (100%) |
| | 総計 | 196 (64.3%) | 81 (26.6%) | 28 (9.2%) | 305 (100%) |
| | スギ | 122 (66.3%) | 54 (29.3%) | 8 (4.3%) | 184 (100%) |
| | ヒノキ | 74 (80.4%) | 27 (29.3%) | 20 (21.7%) | 92 (100%) |

2) 斜面崩壊地における下層植生調査

調査状況を写真-3、調査結果を表-2に示す。崩壊跡地とその付近の未崩壊地で比較したところ、崩壊跡地の下層植生はススキなどの草本類が多く、逆に木本類はほとんど見られなかった。また、被度も崩壊跡地ではほぼ草本類だったのに対して、未崩壊地は木本類が多く占めた。



写真-3 崩壊跡地の下層植生調査

表-3 下層植生調査結果

| 崩壊地の別 | 傾斜(度) | 斜面方位 | 下層植生の種類 ()は被度※ | | | | 上層木の有無 |
|-------|-------|------|-----------------|------|------|----|--------|
| | | | 草本 | 木本 | シダ | 総数 | |
| 崩壊地 | 5 | 南 | 10(4) | 0(-) | 0(-) | 10 | - |
| 崩壊地 | 25 | 西 | 2(5) | 0(-) | 0(-) | 2 | - |
| 崩壊地 | 47 | 東 | 3(2) | 0(-) | 0(-) | 3 | - |
| 未崩壊地 | 15 | 南西 | 3(1) | 7(4) | 0(-) | 10 | スギ |
| 未崩壊地 | 25 | 北西 | 3(+) | 4(5) | 0(-) | 7 | スギ |
| 未崩壊地 | 42 | 南東 | 3(+) | 4(4) | 1(+) | 8 | スギ |

※被度: +<1%以下>、1<1~10%>、2<10~25%>、3<25~50%>、4<50~75%>、5<75%以上>

4. まとめ

林地内の下層植生調査では、上層木の樹冠密度や林内照度といった森林の条件以外では北向きの斜面や凸型・凹型地形において下層植生が疎の割合が高く、表層土の流出に対する注意が必要である。

また、崩壊跡地の調査においては、今回調査した崩壊跡地は、集水地形が多く、降雨時に表層土壌が流出しやすいと予想される。このような崩壊跡地についても適切な管理を行い、森林の更新を確実に進めていくことが重要である。

ニホンジカの誘引技術等に関する研究

平成28年度～平成29年度
森林チーム 豆田 俊治

1. 目 的

ニホンジカ（以下、シカ）の生息域の拡大及び個体数の増加により、農林業や自然植生は深刻な影響を受けている。大分県ではAIゲート*やドロップネット等のワナによる多頭捕獲に力を入れているが、捕獲の成果は誘引技術に大きく左右されるため、効果的な誘引技術の開発が求められている。

一方、海外ではシカ猟においてシカをおびき寄せるためのおとりとして使われるシカデコイ（以下デコイ）が市販されている（写真-1）。省力的捕獲を目的としてデコイに対するシカの反応を調査した結果、シカを局所的に誘引できる有効な捕獲補助器具であるとの結果が報告されており¹⁾、デコイを用いた誘引は効果が期待できる。

そこで、本年度はデコイや他の誘引物（餌、においなど）を用いた誘引試験を実施して誘引物の効果や課題を検証した。

※AI ゲートは、兵庫県立大学と兵庫県森林動物研究センターが共同で開発した捕獲支援装置



写真-1 シカデコイ（オス）

2. 試験方法

1) 誘引試験その1（サファリ試験）

デコイの誘引効果を確認するため、九州自然動物公園アフリカンサファリ（大分県宇佐市安心院町、以下サファリと記す）で飼育されているシカに対して誘引試験を実施した。実施時期及び試験内容は表-1のとおり。サファリ園内の草食動物セクション（写真-2）にデコイ等の誘引物を設置して自動撮影カメラ（写真-3、MOULTRE社製M-888）を使用して接近するシカの様子を撮影した（写真-4）。撮影条件は、内蔵する赤外線センサーで撮影範囲内に動きを感知すると動画を30秒間自動撮影するように設定した。試験終了後にカメラを回収して撮影された映像からデコイ等の誘引物に対する誘引効果を分析した。

表-1 サファリ試験の概要

| | 実施時期 | 試験内容 |
|-----|--------------|---------------|
| 第1回 | H28.7.22～23 | オス、メスのデコイで比較 |
| 第2回 | H28.8.8～10 | デコイとにおいの組み合わせ |
| 第3回 | H28.8.30～9.1 | デコイと鉱塩の組み合わせ |



写真-2 アフリカンサファリ



写真-3 自動撮影カメラ

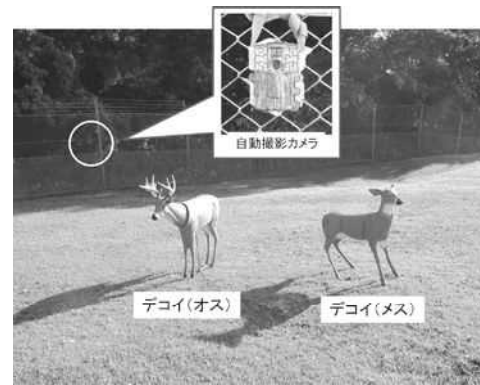


写真-4 試験実施状況 (サファリ試験)

2) 誘引試験その2 (林業研究部場内試験)

当林業研究部の敷地内にある試験地や樹木見本園に出没するシカに対して誘引試験を行った。まず足跡や食害などの痕跡から出現が予想される場所に自動撮影カメラを設置して出現の有無を確認して試験場所を決定した (写真-5)。次にデコイや餌、においなどの誘引物を写真-6のように設置して接近するシカの様子を撮影して、誘引物に対するシカの行動を観察して誘引効果を検討した。



写真-5 試験場所 (林業研究部場内試験)



写真-6 試験実施状況 (場内試験)

3) 誘引試験その3 (現地実証試験)

大量捕獲わな (AIゲート、ドロップネット) を用いてシカを捕獲している場所で、デコイを設置して誘引捕獲ができるか検討した。場所は図-1に示す大分県内の3箇所 (国東市、竹田市、玖珠町) で、わなへの進入が確認できる場所に自動撮影カメラを設置して接近するシカの様子を観察した (写真-7)。

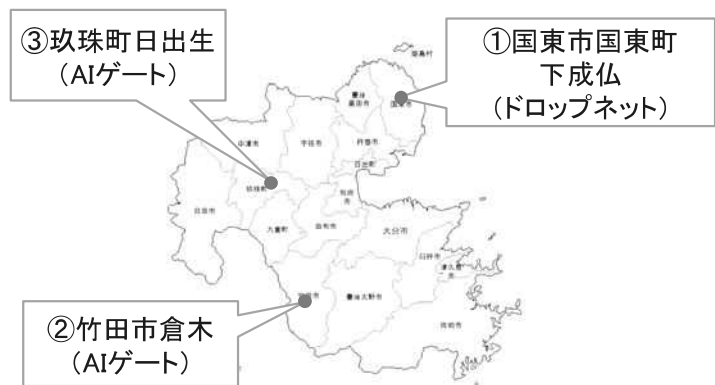


図-1 現地実証試験の実施場所

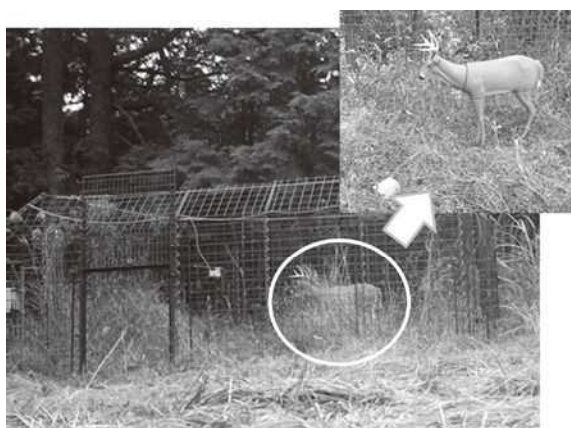


写真-7 試験実施状況 (竹田市AIゲート)

3. 結 果

1) 誘引試験その1 (サファリ試験)

試験期間中のシカの誘引状況を表-2に示す。第1回試験においては、設置してから5時間以上経過して初めて接近する様子が撮影され、その後断続的に接近する個体が撮影された。このとき2頭がデコイに接近してデコイの顔に探查行動をしたり、しっぽをくわえて引っ張るなどの行動が見られた(写真-8)。また、周辺には10数頭がデコイの近くに集まって興味を持っている様子だった。

さらに第2回、第3回でにおいや鉱塩といった他の誘引物とデコイの組み合わせも試したが、デコイ以外の誘引物に関してはデコイ単体の場合と違いは認められなかった。

表-2 サファリ試験結果

| 誘引物 | 主な行動 | 誘引効果の評価 |
|------------|--|------------|
| デコイ(オスとメス) | <ul style="list-style-type: none"> ○デコイの顔や尻を探索した。 ○しっぽを引っ張る行動をした。 ○離れた場所から様子を見ている個体があった。 ○オスとメスで接近頻度に明らかな差はなかった。 | ○ 期待できる |
| デコイとにおい | ○においに反応する様子は確認できなかった。 | △ 不明 |
| デコイと鉱塩 | ○鉱塩を摂食する様子は確認できなかった。 | △ 不明 |



写真-8 誘引されたシカ (デコイ)

2) 誘引試験その2 (林業研究部場内試験)

試験の経過と誘引の状況を表-3に示す。デコイ単体で設置したとき、設置当初は近づく個体があったが時間の経過と共にデコイの横を素通りするだけとなった。その後、デコイの周辺に餌（ヘイキューブ、鈹塩）を置いて観察したところ、ヘイキューブはその日のうちに食べられ、その後デコイ周辺に留まる様子が見られた（写真-9）。また、好んで摂食するといわれているアオキ²⁾の枝を試験場所に置いたところ、ヘイキューブと同様にすぐ食べられた。（写真-10）

表-3 場内試験結果

| 誘引物 | 主な行動 | 誘引効果の評価 |
|------------------------|---|------------|
| デコイのみ | ○デコイの顔や尻を探索したり、様子を見ている姿が確認された。 ○しばらくすると、横を素通りして興味を示さなくなった。 | ○ 期待できる |
| 餌 (ヘイキューブ、鈹塩、アオキの枝) | ○ヘイキューブ、アオキは置いた日のうちに摂食した。 ○鈹塩は、ヘイキューブを食べ尽くしたあと、なめる様子が見られた。 | ○ 期待できる |
| デコイと餌 | ○餌を摂食したあと、しばらくデコイの周辺に留まるようになった。 | ◎ 期待できる |



写真-9 誘引されたシカ（デコイ+餌）



写真-10 誘引されたシカ（アオキ）

3) 誘引試験その3 (現地実証試験)

現地実証試験の結果を表-4に示す。わなの中や入り口付近にデコイを置いて観察したところ、デコイに近づいてじっと見るなど誘引される様子が見られた（写真-11、12）。

しかし試験1)や試験2)と異なり、接近して直接探査行動することはなかった。そのため、誘引されたシカがわなの中に入ることはなかった。

4. 考 察

サファリ試験や場内試験では、シカがデコイに対して興味を示す行動が見られ、デコイに一定の誘引効果が認められた。しかし、現地実証試験ではシカはわなから離れた場所でデコイを観察するにとどまり、わなの中まで誘引することはできなかった。これは、シカがデコイに関して好奇心を持っている一方、わなの周辺というシカにとって警戒心が好奇心を上回る状況であったため、近くまで接近

表-4 現地実証試験結果

| 試験場所 | わなの種類 | 実施期間 | 誘引物と設置場所 | 観察された主な行動 |
|------|---------|-----------------------------|---------------------------|---|
| ①国東市 | ドロップネット | H28.9.21 ～ H29.1.27 | デコイ(メス) + 鈹塩 ネットの中央付近 | ○少なくとも2頭、わな周辺を歩く様子が観察された。 ○わなの奥まで入る様子は確認できなかった |
| ②竹田市 | AIゲート | H28.11.16 ～ H28.12.26 | デコイ(オス) + 鈹塩 わなの内部 | ○オス1頭、メス1頭が確認できた。 ○わなの中のデコイを見るしぐさが観察されたがわなの中には入らず。 |
| ③玖珠町 | AIゲート | H28.11.22 ～ H29.1.30 | デコイ(オス) + 米ぬか わなの入り口付近 | ○オス1頭出現し、デコイを観察する様子があったが、わなには入らず。 ○米ぬかを餌に使用したため、イノシシが多く出現した。イノシシのいる間はシカは出現しなかった。 |



写真-11 デコイに誘引されたシカ（竹田市）



写真-12 デコイ誘引されたシカ（玖珠町）

しなかったと思われる。

来年度は、デコイの周辺をえさ場として認識させるようにデコイと餌などの誘引物の組み合わせ使用を検討する。さらに置く場所をわなから少し離れた場所から始め、徐々にわなの内部へ移動させたり、デコイを複数体置くなど誘引物を設置する際の条件を少しずつ変えるなど、誘引手法も検討しながら試験を実施する予定である。

5. 謝 辞

本研究の実施にあたって、誘引試験の実施を快く引き受けてくださった九州アフリカ・ライオン・サファリ株式会社の神田岳委獣医師様ほか関係者の皆様はこの場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 檀上理沙・伊原和彦・亀井利活・竹田謙一、等身大シカデコイに対する野生ニホンジカの行動反応、信州大学農学部 AFC報告 第10号（平成24年）
- 2) たとえば（独）農研機構・東北農業研究センターほか、予防的鳥獣被害対策マニュアル 44（平成26年）

木質バイオマスの効率的エネルギー利用に関する研究

平成 26 年度～平成 28 年度

木材チーム 古曳 博也

1. 目 的

本県では木質バイオマスエネルギーを利用した事業が本格化してきた。木質バイオマス発電所は、平成 28 年に 2 施設が新たに稼働し、合計で 5 施設となった（うち 1 施設は石炭との混合燃焼）。また、木材乾燥や温泉加温等が必要な施設についても、木質バイオマス燃料の利用が進んでいる。林地残材やバーク、放置竹材等の未利用木質資源や製材廃材等を無駄なく効率的に利用していくことが今後ますます重要となる。

本研究は、県産材の①原料供給、②乾燥、③燃焼性に関するデータを蓄積し、効率的なエネルギー利用を推進するためにデータを蓄積することを目的に実施する。「原料供給」については、平成 26 年度発電所に供給される原料について実態調査を行った¹⁾。「乾燥」については、平成 26、27 年度スギ、ヒノキを対象に丸太の乾燥試験を実施した^{1,2)}。「燃焼性」については、平成 26 年度はスギ、ヒノキを¹⁾、平成 27 年度はコウヨウザン、クヌギ、ユリノキ、チャンチンモドキ、モウソウチクを対象に燃焼試験を実施した²⁾。今年度は、スギ、ヒノキ、コウヨウザン、クヌギ、ユリノキ、チャンチンモドキ、マダケ、モウソウチク（以下、県産材 8 樹種と記す）を新たに伐採、「乾燥」と「燃焼性」に関する試験を実施した。

2. 試験方法

1) 丸太の平積み乾燥試験

乾燥試験には、平成 28 年 6 月および 9 月に大分県日田市にて伐採した県産材 8 樹種を用いた。材長、

表-1 乾燥試験に供した丸太の概要

| 伐採年月 | 樹種 | 略号 | 樹齢 (年) | 全長 (m) | 元口径 (cm) | | | | 末口径 (cm) | | | | 末口心材率 (%) | | | | 湿量基準含水率 (%) | | | |
|--------|----------|----|-----------|-----------|----------|------|------|------|----------|------|------|------|-----------|------|------|------|-------------|-----|--|--|
| | | | | | 1番玉 | 2番玉 | 3番玉 | 4番玉 | 4番玉 | 4番玉 | 1番玉 | 2番玉 | 3番玉 | 4番玉 | 1番玉 | 2番玉 | 3番玉 | 4番玉 | | |
| H28.6月 | スギ | S | 34 | 16.5 | 24.4 | 18.3 | 17.2 | 16.0 | 14.8 | 67.6 | 60.6 | 62.3 | 56.8 | 62.4 | 59.8 | 58.6 | 58.0 | | | |
| | ヒノキ | H | 21 | 10.5 | 23.6 | 18.3 | 14.6 | 11.8 | 6.9 | 51.9 | 50.8 | 41.0 | 38.6 | 50.9 | 51.8 | 53.2 | 52.8 | | | |
| | コウヨウザン | K | 10 | 5.6 | 20.6 | 16.2 | 12.4 | - | ※9.4 | 46.5 | 35.3 | 30.8 | - | 61.0 | 65.6 | 67.6 | - | | | |
| | クヌギ | Q | 28 | 19.8 | 27.0 | 18.5 | 17.2 | 16.3 | 15.8 | 53.0 | 55.6 | 52.3 | 50.7 | 39.9 | 39.2 | 39.3 | 39.2 | | | |
| | ユリノキ | Y | 15 | 12.1 | 23.2 | 21.9 | 16.9 | 15.3 | 13.7 | 63.7 | 61.3 | 56.2 | 43.2 | 58.5 | 61.6 | 57.7 | 53.8 | | | |
| | チャンチンモドキ | C | 23 | 20.3 | 29.8 | 24.9 | 22.5 | 20.9 | 19.4 | 76.8 | 79.1 | 72.9 | 71.4 | 53.0 | 51.9 | 49.2 | 48.0 | | | |
| | マダケ | MA | 5 | 15.7 | 8.3 | 8.1 | 7.8 | 7.0 | 5.9 | - | - | - | - | 42.7 | 40.6 | 40.3 | 39.8 | | | |
| | モウソウチク | MO | 3 | 14.3 | 11.8 | 9.0 | 7.6 | 6.5 | 5.4 | - | - | - | - | 50.9 | 46.5 | 44.4 | 41.3 | | | |
| H28.9月 | スギ | S | 29 | 17.8 | 24.2 | 18.3 | 17.1 | 16.0 | 14.7 | 59.8 | 55.8 | 51.9 | 45.1 | 65.8 | 63.2 | 60.5 | 60.0 | | | |
| | ヒノキ | H | 21 | 11.5 | 27.3 | 17.9 | 14.9 | 11.0 | 6.8 | 64.0 | 60.8 | 43.3 | 41.1 | 48.3 | 51.9 | 54.4 | 55.0 | | | |
| | コウヨウザン | K | 14 | 5.7 | 25.6 | 17.5 | 13.8 | - | ※10.5 | 53.6 | 33.3 | 14.3 | - | 62.7 | 66.5 | 68.1 | - | | | |
| | クヌギ | Q | 29 | 10.8 | 23.4 | 17.7 | 16.8 | - | ※11.5 | 56.9 | 49.3 | 46.0 | - | 41.6 | 41.6 | 41.5 | - | | | |
| | ユリノキ | Y | 14 | 18.7 | 26.3 | 20.0 | 17.5 | 15.5 | 13.8 | 25.0 | 22.9 | 22.4 | 3.1 | 48.7 | 54.2 | 55.5 | 54.9 | | | |
| | チャンチンモドキ | C | 18 | 18.9 | 45.4 | 33.4 | 30.3 | 27.6 | 19.6 | 76.9 | 74.4 | 73.9 | 66.7 | 56.3 | 55.3 | 53.0 | 51.9 | | | |
| | マダケ | MA | 3 | 13.9 | 8.2 | 7.8 | 7.0 | 6.0 | 4.9 | - | - | - | - | 50.5 | 48.7 | 48.6 | 47.7 | | | |
| | モウソウチク | MO | 3 | 13.1 | 11.9 | 9.4 | 8.1 | 6.6 | 5.4 | - | - | - | - | 50.5 | 45.7 | 42.8 | 40.4 | | | |

※ 3番玉の末口径を示す

樹齢を測定した後、2mごとに玉切りした。試験開始前に供試丸太の両木口から3cm程度の円盤を取り、末口径、元口径、末口部の心材率、初期含水率を求めた。試験開始日は、6月伐採木は平成28年6月8日、9月伐採木は平成28年9月16日である。供試丸太は日当たりのよい平地（林業研究部内のアスファルト舗装地）に高さ12cmの台木の上に並列に設置した。電子台はかりを用いて1.5カ月おきに重量を計測した。試験開始前に測定した初期含水率から供試丸太の全乾重量を算出し湿量基準含水率（推定値）を求めた。

なお測定地の気象状況は、日本気象協会が公表している気温、湿度、降水量、日照時間などのデータを引用した³⁾。

2) 木材の燃焼性試験

燃焼性試験には、平成28年6月に伐採した県産材8樹種を用いた。乾燥試験で用いた1番玉の元口側から3cm程度の円盤を取り、樹皮、辺材、心材（竹材の場合は、表皮と肉質部）に分別した。さらに、試験材に付着した土や砂、汚れ等を除去するため水道水にて2分間揉み洗いした（流量215ml/秒）。水洗した試験材および未処理材は、103℃の乾燥機内に置き全乾状態にした後ワンダーブレンダーWB-1型（大阪ケミカル株式会社製）にて0.5mm以下の粉末にした。1カ月以上室内で養生した粉末試験材を用いて、高位発熱量および灰分を求めた²⁾。さらに水洗した試験材については、灰に含まれる成分をSEM-EDS（日本電子(株)製）を用いて簡易定量した。アルミ柱の表面に灰を付着させた後に電子線を照射、試料から放出される特性X線のエネルギー値または波長から元素を分析した。なお、粉末試験材の含水率は全乾重量から求めた。

3. 結果および考察

1) 丸太の平積み乾燥試験の結果

乾燥試験に供した丸太の概要を表-1に示す。伐採直後の湿量基準含水率は、スギ、コウヨウザンが比較的高く60%程度であったのに対し、クヌギは40%程度で8樹種の中で最も低い値を示した。

乾燥試験時（日田市）の気象データを図-1、図-2に示す。平成28年6月8日から7月21日の間は、平均気温が25.5℃と高いものの、梅雨期であり降水量が多く日照時間は少なかった。7月22日

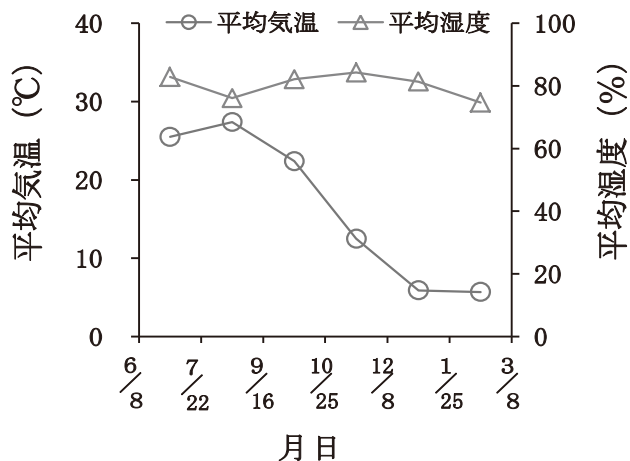


図-1 気象データ（平均気温と平均湿度）
H28.6月～H29.3月（日田市）

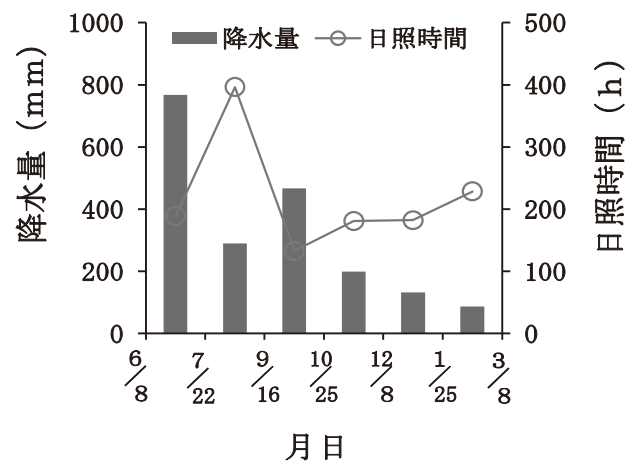


図-2 気象データ（降水量と日照時間）
H28.6月～H29.3月（日田市）

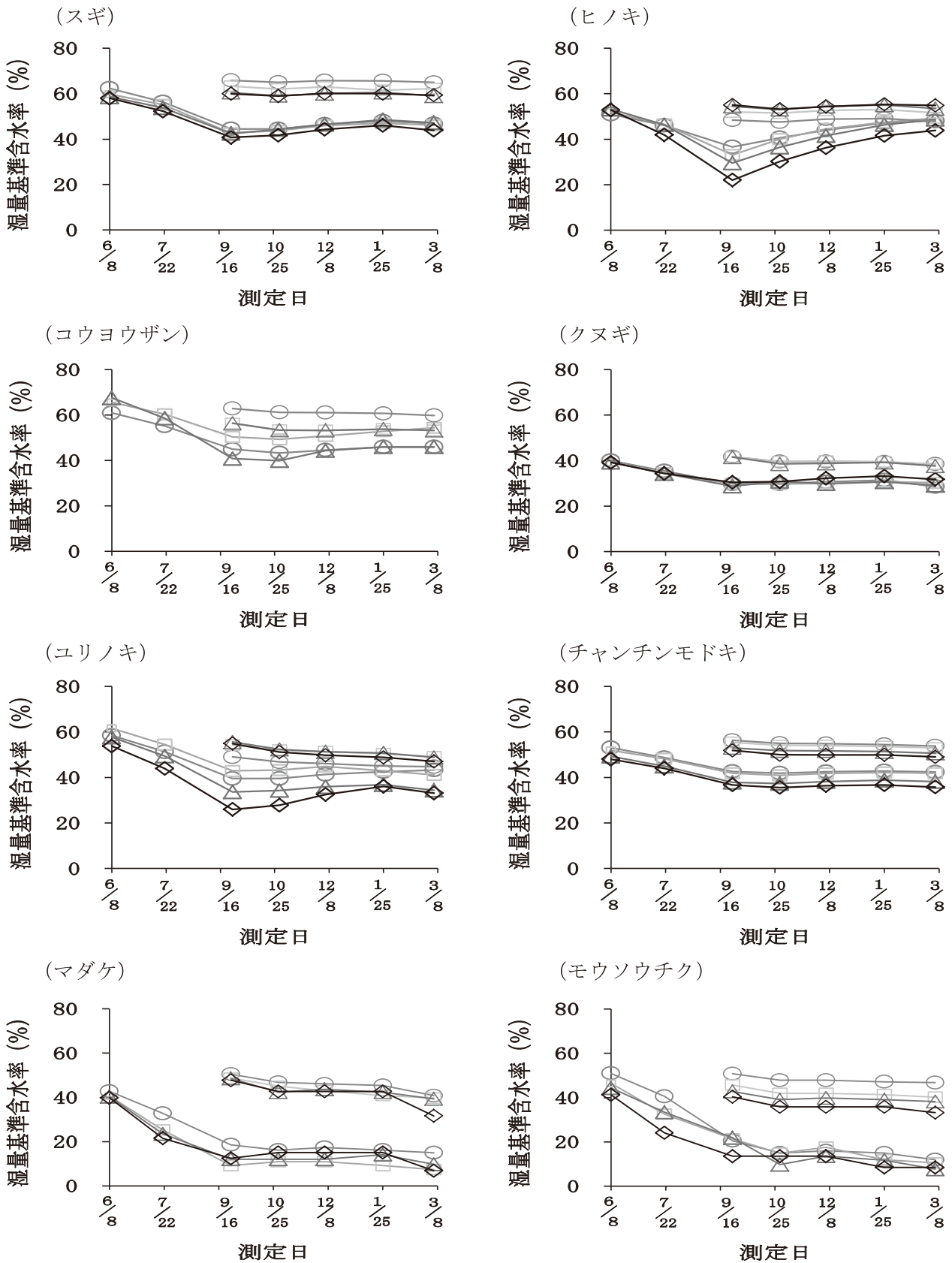


図-3 県産材8樹種の平積み乾燥試験の結果 (H28. 6月~H29. 3月)

○1番玉 □2番玉 △3番玉 ◇4番玉

から9月15日の間は、平均気温27.4℃と高く、日照時間も多かった。9月16日から10月24日の間は、平均気温22.4℃と高めではあったが、雨の日が多く梅雨期の2/3倍程度の降水量を観測した。10月25日から12月7日の間は平均気温12.5℃と前期間の1/2程度まで下がった。12月8日から平成29年1月24日の間は平均気温5.9℃、1月25日から3月7日の間は同5.7℃と寒い日が続いた。

県産材8樹種の平積み乾燥試験の結果を図-3に示す。6月伐採木は、いずれの樹種も9月16日測定までは含水率が漸減したものの、10月25日測定以降はほとんど乾燥が進まない傾向を示した。降雨の影響で微増した樹種も見受けられた。特にヒノキは含水率増加が大きかった。乾燥の促進は気温によるところが大きいと推測され、降雨などで丸太が濡れた場合、夏季は蒸発しやすいのに対し、秋季および冬季は困難であることが考えられる。6月8日から9月16日測定までの含水率減少は、スギ、ヒノキ、コウヨウザン、ユリノキ、マダケ、モウソウチクは一様に進んだ。しかし、クヌギはそれらの1/2程度で推移し徐々に乾燥する傾向を示した。もともと初期含水率が低いことや、内部における水分移動(拡散)が進まなかったためと考えられる。9月伐採木は、10月25日測定以降ほとんど乾燥が進まず、伐採時と変わらない値を示した。

径級の違いによる乾燥状況は、径級の小さい4番玉において乾燥が進む傾向を示した。一般に辺材は心材より乾燥速度が速い⁴⁾といわれる。供試丸太の心材率を調べると1番玉に比べ4番玉で低くなる傾向を示した。4番玉になると辺材の分布割合が高くなるため、乾燥が進んだものと思われる。3月7日測定時点において、8樹種の中では、マダケおよびモウソウチクが最も低い含水率になったと推定された。堅牢な表皮が太陽光等によって劣化をおこし表皮割れが発生、内部(肉質部)の水分が蒸発しやすい状況になったためではないかと考えられる。

2) 木材の燃焼性試験の結果

供試した県産材8樹種の粉末試験材の湿量基準含水率を表-2に示す。木部および肉質部が6.3~13.4%、樹皮および表皮が3.5~9.3%であった。ヒノキ、コウヨウザン、ユリノキ、チャンチンモドキの木部粉末試験材の含水率が若干高い値を示したが、これは室内放置期間が長くなったためで吸湿によるものである。高位発熱量の状況を図-4に、灰分の状況を図-5に示す。高位発熱量は8樹種ともほぼ同様な値を示した。水洗および未処理、樹皮および木部(表皮および肉質部)による差異もなかった。灰分は、木部に比べて樹皮の方に多く含まれ、特にクヌギ、ユリノキ、チャンチンモドキは高い値を示した。前報²⁾では、伐採時の伐倒の際に樹皮に土や砂が付着していたた

表-2 燃焼性試験に供した粉末試験材の概要

| 処理 | 樹種 | 略号 | 湿量基準含水率(%) | |
|-----|----------|----|---------------|----------|
| | | | 木部(辺材) 肉質部 | 樹皮 表皮 |
| 未処理 | スギ | S | 8.0 | 7.6 |
| | ヒノキ | H | 13.4 | 9.3 |
| | コウヨウザン | K | 12.3 | 7.5 |
| | クヌギ | Q | 7.1 | 6.5 |
| | ユリノキ | Y | 13.0 | 4.2 |
| | チャンチンモドキ | C | 11.3 | 6.8 |
| | マダケ | MA | 6.6 | 6.5 |
| | モウソウチク | MO | 6.3 | 3.5 |
| 水洗 | スギ | S | 7.9 | 8.5 |
| | ヒノキ | H | 7.8 | 9.1 |
| | コウヨウザン | K | 7.2 | 7.3 |
| | クヌギ | Q | 6.7 | 7.2 |
| | ユリノキ | Y | 6.9 | 6.2 |
| | チャンチンモドキ | C | 6.7 | 8.2 |
| | マダケ | MA | 6.8 | 7.5 |
| | モウソウチク | MO | 6.5 | 6.1 |

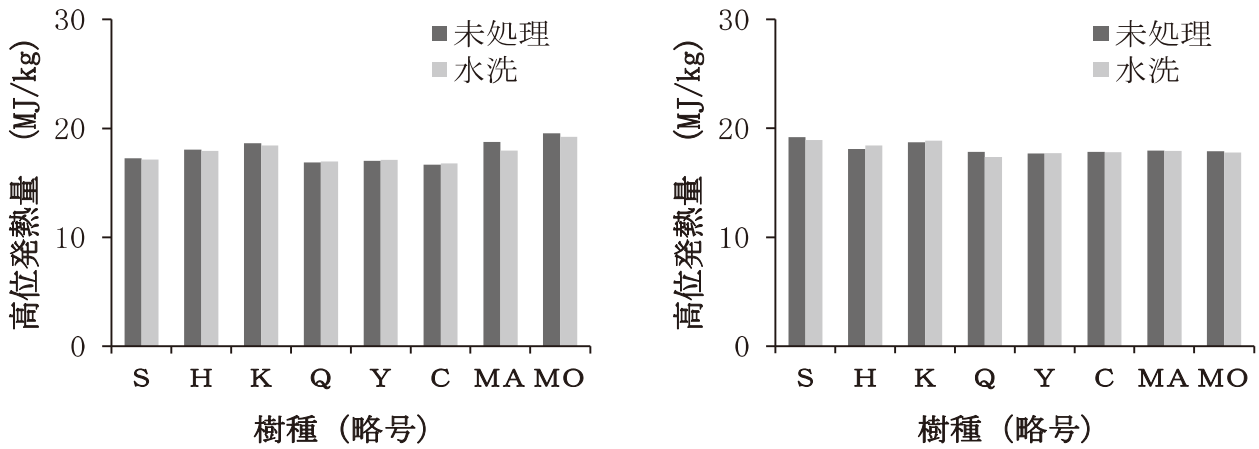


図-4 県産材 8 樹種の高位発熱量の状況 (左：樹皮・表皮、右：木部・肉質部)

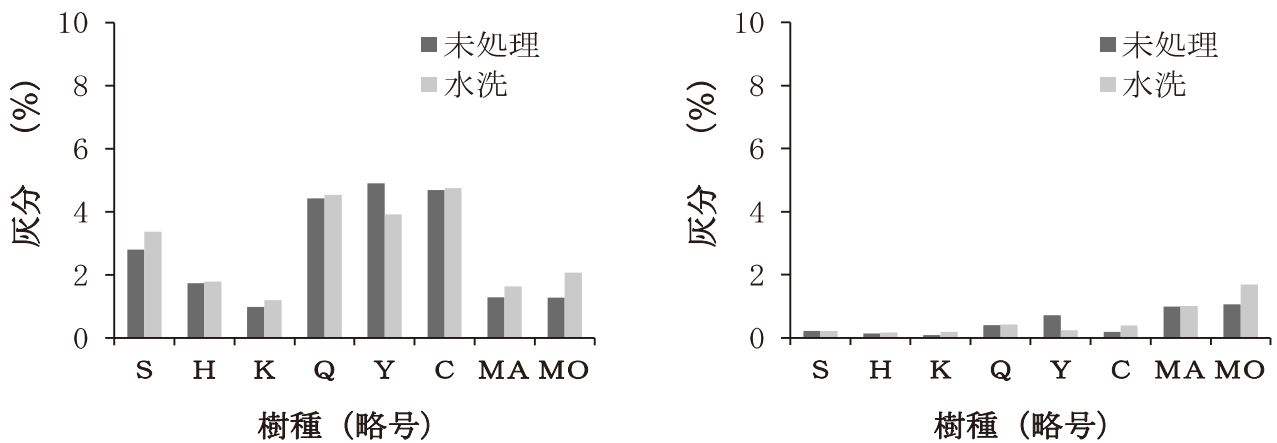


図-5 県産材 8 樹種の灰分の状況 (左：樹皮・表皮、右：木部・肉質部)

めに高い値を示したと考察したが、土や砂の付着を除去する目的で水洗した試験材でも灰分の減少には至らなかった。灰分は、木材燃焼時のクリンカ発生の原因となるので、含有量を減らす操作が必要になると思われる^{1,2)}。SEM-EDS を用いて灰に含まれるリン、カリウム、ケイ素を簡易定量した結果を図-6、図-7、図-8に示す。県産 8 樹種の灰分には植物栄養成分として有効なリンおよびカリウムが含まれていることが確認できた。リンは、クヌギ、コウヨウザンの木部およびマダケの肉質部などに、またカリウムは、マダケの肉質部、モウソウチクの表皮および肉質部、クヌギの木質部などに比較的多く含まれていることがわかった。肥料や土壌改良材としての利

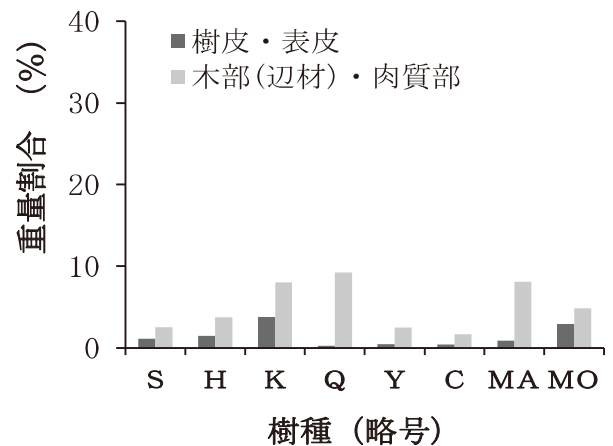


図-6 灰に含まれる成分 (リン)

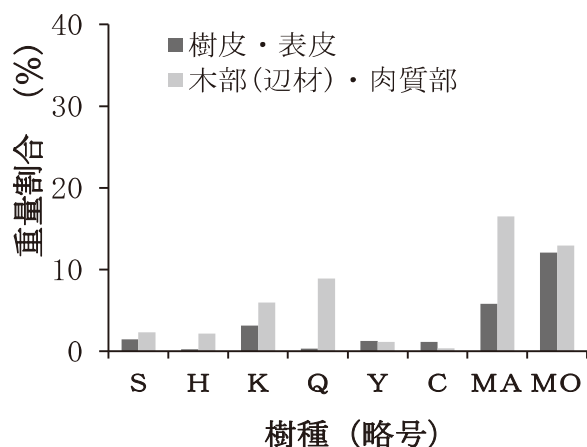


図-7 灰に含まれる成分 (カリウム)

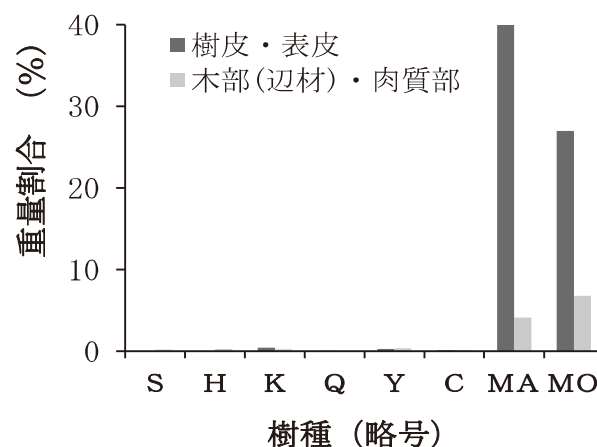


図-8 灰に含まれる成分 (ケイ素)

用は効果的であると考え。また、マダケおよびモウソウチクの灰分にはケイ素が多く含まれることが確認できた。ガラス質であることから耐火製品や研磨剤などの利用も考えられる。

4. まとめ

県産材 8 樹種を平積み乾燥したところ、夏季は乾燥が良好であるのに対し、秋季および冬季は困難であることがわかった。秋季および冬季は降雨などで水分を含んだ場合、気温が低いため水分蒸発が進まないことが原因と思われる。

県産材 8 樹種の高位発熱量はいずれもほぼ同様な値を示した。しかし灰分については、樹種ごと部位ごとに差異が生じた。灰分の多い樹種はクリンカの発生に留意が必要であるが、有用成分については積極的に活用することが望まれる。

参考文献

- 1) 古曳博也, 木質バイオマスの効率的エネルギー利用に関する研究, 林業研究部年報 57 : 25-30 (平成 27 年)
- 2) 古曳博也, 木質バイオマスの効率的エネルギー利用に関する研究, 林業研究部年報 58 : 18-23 (平成 28 年)
- 3) 気象庁 : <http://www.data.jma.go.jp>
- 4) 森林総合研究所監修, 木材工業ハンドブック改訂 4 版 : 273 (平成 16 年)