



【概要】

佐渡島で見られる三つのタイプの森林（天然林・二次林・人工林）の違いを、実際の森を観察しながら理解する。また、森の種類によって適正な取り扱い方が全く異なること、人が管理することによって機能する半自然生態系が多いということを体験的に理解する。

【ねらい】

佐渡島で海とともに最も豊かな自然である森は、古くから人の生活に深く関わってきた。森林の利用形態は非常に多彩である。木材や炭・薪の生産基地、肥料の供給源、そして山菜・キノコなどの、山の幸の採取の場として複合的に利用され、トキの生息地としても機能してきた。一方、佐渡島の奥山は、国内でも屈指のスギ原生林を擁し、それを水源とする河川は大型のイワナをはじめとする溪流魚のすみかでもある。原生林には、そこで進化した固有の生物や、本州では見ることのできない絶滅危惧種も多い。佐渡島の森は都市部に住む人たちから見れば、望んでも手に入れることのできないたくさんの宝を持っているのである。しかし近年、島の人々の生活は山からどんどん離れていった。人の利用によって成り立ってきた佐渡島の自然もまた大きく変貌を遂げようとしている。私たちは、すぐ目の前にある森の美しさに驚き、森とのつきあいを楽しむことができているだろうか。また、山で起こっている異変や生物たちの混乱に気づき、その声なき声に耳を向けることができているだろうか。

森と人との関わり方や歴史に注目して整理した場合、佐渡島の森林には大きく分けて三つのタイプがある。人工林・天然林・二次林がそれである。慣れてくると、一見して簡単に識別できる。これが森を観察するための最初の入り口になるので、まずはこの「森の成り立ちとその見分け方」と、その機能について学んでみよう。

1. 天然林と原生林

「天然林」というのは、過去にまったく人手が入っていない、または、若干の人手が入ったとしてもほぼ自然のまま維持されている森林のことである。とくに、前者を厳密に区別して呼ぶ場合には「原生林」（または自然林）という。

原生林は、数百年生の老齢の樹木から、若い樹木、草本植物、森林性の昆虫、ほ乳類など、多様な生物が複雑に相互作用しながらできあがっている精妙な生態系で、生物の遺伝子資源の宝庫であるとともに進化の現場でもある。しかし、いまや国内にも、また、海外も含めて、まったく手つかずの森というのは非常に稀になってしまった。このため、原生林の

存在はそのまま自然保護の理由となる。

一方、「天然林」と呼ばれる森は多いのだが、実は人手が入っていない森は上述の限られた原生林を除くとほとんどなく、その多くは過去に何らかの伐採や人為活動の影響を受けた森林である。また、林野庁など行政の定義では、かなりの伐採が行われた森林であっても、伐採後の更新を天然更新（人為的な植栽を行わないで自然回復させる方法）で行っていれば、天然林と呼ぶ場合がある。林業白書では、人工林以外の森林は若干の例外を除いて、すべて天然林と称している（このため、同白書では日本の天然林率は53%という非常に高い数字になっている）。このように、「天然林」という言葉の実態はかなり曖昧で、使う人によって大きく内容が異なる場合があるので注意が必要である。ここでは、本来の意味で、天然林と原生林はほぼ同じ意味で使用し、過去に強い人為的な影響を受けた森林は「二次林」として区別する。

2. 佐渡島の原生林

では、天然林のなかでも特別の扱いを受ける「原生林」とはどのような森なのか。外海府にある新潟大学の森は、厳密に言えば人為攪乱の跡を残しているが、原生林の特徴を色濃く持っている（写真1）。写真で一見して判るとおり、直径1～2mもあるス



写真1 新潟大学佐渡ステーション演習林内にあるスギ原生林

ギの巨木が、面積約200ha余にわたって連なるスケールの大きな森林である。数千本のスギの一本一本に、同じ形をしたものはどれひとつとしてない。あるものは根本から大きく曲がり、あるものは幹の上部から裂け、あるものは枝をむしり取られながら、必死の形相で数百年も命を保っている。外見からは鬱蒼としたイメージを持つが、ひとたび森に入れば中は意外に明るい。大きなスギの下は暗く地面も湿っているが、ところどころで木が倒れたり立ち枯れたりして、森の中を部分的に明るくしている。明るくなった林床には、広葉樹の稚樹や低木がたくさん育っている。このような林内環境のコントラストや、森林を構成する樹木の大きさや年齢、形が多様であることが最大の特徴といえるだろう。また、カ

写真2 佐渡島の原生林に咲く花々



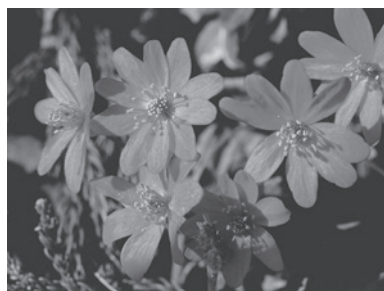
a: カタクリ



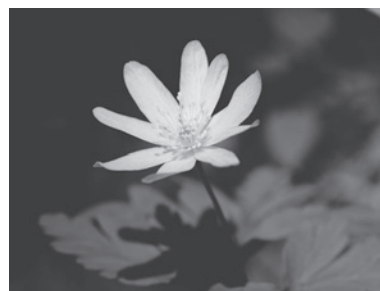
c: ヤマオダマキ



d: ツルアジサイ



b: オオミズミソウ（雪割草）



e: キクザキイチゲ

タクリやキクザキイチリンソウ、雪割草（オオミソウ）、シラネアオイなどの代表的な山野草は随所に見られる（写真2a～e）。かつてドンデン山以北の大佐渡稜線に広がっていたこのような豊かなスギ林は、戦後期に大部分が伐採され、いまはこの新潟大学の森以外はごく小面積でしか残っていない。

佐渡島は本州との距離は近いながらも文字通りの離島であり、本章冒頭でも述べられているように、本州とはここ数十万年接続した証拠がない。つまり、この島に生きる生物には、本州から何らかの手段で海を越えて移動してきた後に、島の中で独自の進化を遂げてきている可能性が高いものがたくさんいる。この意味で、外来生物の島への持ち込みや、生物天敵の導入、ペットの放置、安易な植樹、道路の吹きつけ工法などは、貴重な遺伝子資源を攪乱する可能性が高く、とくに天然林・原生林ではこのような行為を慎まねばならない。新潟大学演習林の原生林のコアエリアは、帰化植物が1種類も分布していない希有の場所であることが最近わかってきた。観察やエコツアーでの種子や泥の持ち込みにも今後は十分な注意が必要だろう。

3. 攪乱と天然林の成り立ち

佐渡島の山の稜線部分は、冬の風の影響がとくに強いところで、強い冬型の気圧配置になると、大型台風の中心部に匹敵する猛吹雪になる。また、夏の台風や落雷、大雨による地滑りなどでも森林は倒木や幹折れ、森林火災などの被害を受ける。このような外力によって森林が被害を受けることを「攪乱」という。天然スギ林の大型の樹木の年齢は推定で400年以上であるが、一生の間にはこのような攪乱を何度も受けて、高い確率で死んでいく。天然林では森の中で攪乱による部分的な破壊や崩壊が常に生じており、その崩壊部分に別の種類や若い個体が生活する余地が生じる。このような小規模の破壊と再生を数百年にわたって繰り返しながら、森林はさまざまな樹齢の樹木からなるモザイク状の集団に変わっていくのである（このような天然林特有の森林動態をギャップダイナミクスと呼ぶ：図1）。このように天然林では、その中で樹木の世代交代は自律的に行われており、人が維持管理作業を行う必要は特にない。

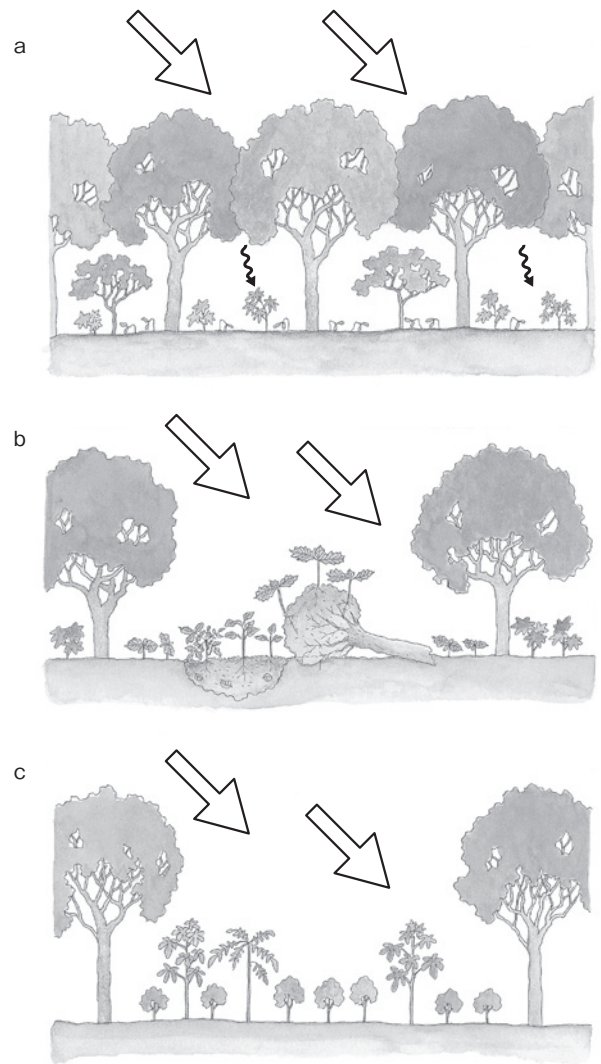


図1 天然林の更新の典型的な例（ギャップダイナミクス）

- a：新林が発達して林冠層が大型の樹木で覆われる。林床は暗くなり、後継樹が更新しにくくなる。
- b：台風や地滑り、雪害などで数本の林冠木が倒れ、林冠層に大きな穴（ギャップ）が形成されることで、林床に強い光が到達する。地面は根返りなどで攪乱され、種子が発芽、生長しやすい環境が整えられる。
- c：ギャップ下で若い個体がまとまって更新し、パッチ（種類やサイズがそろったまとまり）をつくる。aからcが長い期間のうちに繰り返されることで、樹齢や樹種の異なるパッチがモザイク状に配列した成熟林分になっていく。

4. 人工林は「木の畑」

人工林は、先述した天然林や原生林とは全く正反対の性質をもった森である。学校の裏山や周辺の森を眺めたときに、深い緑色で黒々とした森は見えないだろうか（写真3 [106 ページ]）。樹木の一本一本は形や大きさがよくそろっていて、整然と並んで生えている。森の中は暗く、上空からの光が森の中に直接届いているところは少ない。森をつくっている木は佐渡島の場合ほとんどがスギである（一部、



写真3 典型的なスギ人工林

ヒバやケヤキの造林地もある)。森の中が暗いため、他の低木や草本植物は種類が限られ、昆虫の種類や数も天然林に比べて明らかに少ない。これは、質の良い木材を効率よく生産するために、長年の苦心の末につくり上げられた樹木の畑と考えればよい。

5. 造林と育林、森林管理

もともとあった天然林を切り開いて、新たに木材生産のために使う樹木を植えて育てていく作業を造林（及び育林）という。造林作業は、食物生産をするための畑や果樹園が、半年から数年で収穫できるのに対して、50年程度の時間を要する。このため、林業では自分の植えた木を自分で収穫することは稀であり、「自分の植えた木は子が育て孫が切る」というのもよく聞かれる話である。

造林作業は、用地にもともとあった樹木をすべて伐採し、そこに植栽する樹木の苗を植えるところから始まる（植栽）。最初に植栽するときには、苗木を1haあたり2500本から4000本と非常に高い密度で植える。これは、他の草や低木の混入を極力防ぎ、樹木同士で競争をさせて、なるべく早くまっすぐに幹を伸ばしてやるためである。樹木が大きくなるにつれて、下草刈りや除伐（造林木以外の樹木を伐採する）、間伐（造林木の間引き伐採）、枝打ち（低い位置にある枝を落として木材に節ができるのを防ぐ）などの作業を、数年に一度のペースで行いながら、最終的には1haあたり数百本まで密度を減らして形のよい木に育てていく。

林業特有の長い期間をかけて行われる仕事の形態

は、当然のことながら現代の変化の激しい社会には合わない。現在は、市場価格の下落や生産者人口の減少、高齢化など、農業よりもさらに深刻な問題が林業現場を直撃している。佐渡島の場合、もともとの木材市場の低迷（安価な外国産材の流入による）に加えて、離島ゆへの輸送コストや人材不足、加工工場の不備などが加わり、昭和20年代から50年代にかけて全島でつくられた膨大な造林地の中には、手入れ不足となり荒れてしまったものもできてきている。今後の佐渡島の環境を考える上で、人工林は貴重な資源である。その管理と利用は大きな課題といえよう。

6. 二次林と里山

これまで述べた天然林と人工林という対照的な二つの森林の中間的な性質をもつのが二次林である。二次林は、もともとあった天然林に伐採などの大きな人為的な攪乱が加わり、その後に自然に森が再生した結果できた植生である（もとの森とは異なったものになっている例が多い）。一度伐採した後に再生しているので、樹木の太さが天然林に比べて細く、高さが比較的そろっており、立木密度も高い（写真4）。また、日本では第二次世界大戦中から高度成長期前半に伐採された森林が多いので、樹齢も30年～50年程度で揃っている。

二次林の中でもとくに古くから薪炭林として繰り返し利用され、伐採と再生を幾度も繰り返してできたのが里山林である。現在の佐渡島の森林は、人工林を除くと大部分がこの二次林または里山林に区分される。集落の裏に広がる里山林は「入会山（いりあいやま）」または単に「山」と呼ばれ、集落のエネルギー供給の場や、肥料供給の場として使われてきた。薪炭利用する場合、20年ほどの間隔を置いて地際から伐採し、伐採された樹木の根元からは萌芽（ひこばえともいう）が出て次世代の幹が再生する。この作業を森林全体が破壊されないような規模で繰り返す。限られた資源を食いつぶさないように、入会山には集落ごとに厳密な森林利用の規則が作られていた。これは、持続可能な資源利用法として日本人が誇るべき文化といえるだろう。この周期的な人為攪乱は、数百年から長いものでは千年以上に及ぶ森林利用の歴史の中で独特の生態系を育んできた。



写真4 佐渡島の典型的な里山林の一例

佐渡島の国仲平野や小佐渡海岸部は、もともとの天然林の植生はスタジイやウラジログシ、タブノキなど照葉樹林といわれる常緑広葉樹の森であった。現在でも、社寺林や海岸林の一部にその片鱗をみることができる。しかし、これらの常緑樹はあまり攪乱に強い種類ではないので、薪炭伐採をすると次第に森林からいなくなっていく。かわりに森林に優占していったのは、コナラ・クリなどの落葉広葉樹であった。これらの樹種は萌芽再生力が高く、木材の質も良いので、建築材・炭焼き・燃料材・椎茸のほだ木（原木）などさまざまに使われた。

里山林では人の森林利用がさまざまな形態で行われるために、天然林に比べても森林内の環境が多彩である。また、棚田を森が取り巻くような場所が多いので、水辺環境と森林環境は往々にしてセットで生物たちに認識される。このため棚田・里山地帯は、森と水辺を往来しながら生活する両生類（ヤマアカガエル・イモリなど）、爬虫類（イシガメなど）、昆虫類（トンボなど）、およびそれらを餌にして生活する鳥類やほ乳類など、多くの生き物のすみかになってきた。人の生産活動と森林の再生力の微妙なバランスによってできあがってきた里山林は、結果として数千種類ともいわれる多彩な動植物の揺りかごととしても機能してきたのである。

7. 里山林の利用放棄と 生物多様性の減少

数百年にわたって続いてきた里山利用の歴史は、第二次世界大戦後の高度経済成長期に大きな転換点を迎えることになった。佐渡島では、1970年代前

半に里山の利用放棄が一斉に生じている。この頃、エネルギーは電気とガスに一新され、主要な産業も農林漁業から製造業や建設業、サービス業に徐々にシフトして、農林業従事者の高齢化や人口減少がはじまった。里山林は薪炭供給の役割を失い、利用は放棄されていった。そして、周期的な攪乱がなくなると、里山林はこれまでとは違った形に姿を変えはじめた。

もともと、里山の森は天然林に比べて樹齢がはるかに若く幹も細い。ところが、周期的な伐採を停止するとこれらの樹木が生長して、一斉林といわれる同年齢の過密な集団ができてしまう。森林の上部（林冠層という）は鬱閉し、林内の環境が均質化したので、暗いところに弱い落葉樹の稚樹や低木が減少した。落葉樹のかわりにヒサカキ・ヤブツバキなどの常緑低木やタケ類が繁茂するようになった。森林に常緑低木やタケが大量に進入すると、林内の光はこれらの植物にほとんど吸収されてしまい、高木の更新がほとんど行われなくなるだけでなく、カタクリや雪割草などの林床草本も森林に住めなくなる。1990年代にはこのようにしてできた真っ暗な藪山が佐渡島のあちこちに見られるようになった。また、隣接する棚田地帯ではほぼ同時期に農地の放棄が進み水辺面積も縮小したことから、里山生物の生息環境全体がこの時期に急速に悪化していった。

戦後は里山林から人工林への移行も進んだ。佐渡島の場合、昭和40年代後半から開始された椎茸生産によって原木（主にコナラ）の需要が拡大し、森林組合を仲立ちとした原木流通形態ができあがっていった。生産者が森林組合に必要な原木本数を発注し、森林組合が里山地権者と交渉して伐採・売却を行うシステムである。この原木生産のために里山林の一部は皆伐され、皆伐された里山林跡には返礼としてスギが植えられた。一定期間の保育作業の後に地権者に返されたスギ原生林の多くは、上述した林業不振の影響を受け、手入れの入らない荒れた山に変化していった。

8. 森林の悲鳴 —マツ枯れとナラ枯れ—

荒廃が進みつつあった1980年代後半の佐渡島の里山に、追い打ちをかけるように大問題が発生した。

マツ枯れ病の流行である（コラム参照）。もともと、マツ枯れ病は本州側で1970年代から大きな問題になっていたが、佐渡島の場合は、越佐海峡によって本州と隔てられているために被害は及ばないと考えられていた。しかし、1986年頃から小木地域でアカマツの枯死が確認されるようになり、被害は小佐渡・国仲・大佐渡の順に北上していった。佐渡島は、新潟県内ではマツが多い場所として知られていたが、以後20年間のうちに、島内のアカマツは90%以上が枯れてしまった。風光明媚だった外海府の海岸線には、白骨化したアカマツの遺体が立ち並び、無惨な姿になってしまった。

また、2000年頃から、もうひとつの里山の主要構成種であるナラ類にも、集団枯損が発生した。いわゆるナラ枯れ病である（コラム参照）。こちらは小佐渡の前浜地区から拡散して、約8年で全島に広がり、現在も内海府を中心に被害は拡大を続けている。マツ枯れ病が外来の病気であると考えられているのに対して、ナラ枯れは古くから記録がある在来の病気である。これまでは、西日本のカシ林などで比較的小規模の被害報告が繰り返されていたものが、1980年代以降に日本海側のナラ林で爆発的に広がり、兵庫・京都北部を中心とした地域と、新潟・山形を中心とした地域の2か所では、数十万本単位の被害を出している。この近年の流行が、里山の利用放棄と関係が深いと研究者たちは考えている。

9. 佐渡島の森を私たちはどう扱っていくべきか

佐渡島の森は、ほとんどが人工林・里山である。これらはいずれも長年にわたる人の利用によって維持されてきた生態系なので、手入れをせずに放置す

れば、上述のような不具合が発生し得る。手入れを怠った結果、樹木密度が飽和状態に達した森林では、個々の樹木が密度過多のために極端に生長速度を落としてしまうので、一見して緑が多いように見えても、実はCO₂吸収能力は低い（1本あたりの葉の量が少なく、根や幹の呼吸量で光合成量が相殺される）。生物多様性の保全も含めて考えれば、利用放棄後30～40年経過した佐渡島の里山は、「待ったなし」の危機的な状況に直面しているといえる。とくに里山の問題は、それが民間の森林である以上、行政が何かをしてくれるということはほとんど期待できず、われわれが問題点を正確に把握して、自主的に対処していくしかない。この意味で、佐渡島の森林と生物群集を維持できるかどうかは、われわれ自身が行動できるかどうかにかかっているといっても過言ではない。

現在われわれは「緑が多いことはよいこと」、「木を植えるのはよいこと」、「森は切ってはいけない」という道徳的概念を信じ込み、自然を神格化しすぎるあまり、その個々の本質や管理手法の違いに対してあまりに無頓着になっていないだろうか。「緑色」に囲まれていることだけで「自然に恵まれている」と誤解していないだろうか。われわれのこうした思い込みこそが、佐渡島の野生生物にとって最大の脅威であることを、集落の森の様子を観察して理解して欲しい（実習の手引き参照）。また、手入れを必要としている森があれば、それを集落の人々と相談しながら、少しでもいいので手入れしてみしてほしい。タケや常緑低木に覆われた里山に明るさが戻り、そこに生き物たちが集うことを知ること、森が持続的な資源利用を行っていくためのエネルギー生産場所であることを知ること、地域の自然に携わる原体験が得られるだろう。



Column

佐渡島の原生林について……

現在の佐渡島において、原生林と呼べる場所のごくわずかで、一見して自然度の高い場所であっても、大部分は過去に人為攪乱を受けた履歴をもつ天然林である。比較的攪乱を受けていない場所としては、金北山の一角のブナ林（乙和池周辺、地獄谷周辺など）や、ドンデン山北部のスギ林があるが、なかでも全国レベルで高い自然度を有するのは新潟大学の佐渡ステーション演習林だろう。

この森は新潟大学の農学部の実習用の森林として昭和30年に県有林から移管されたものだが、もともとは佐渡金山と一体の御料林であった。主要植生は天然性のスギ林で、これは特殊な気候のもとでしか成立しない森林である。海に囲まれた標高の高い山を水分の多い空気が駆け上ることで、特定の標高帯に恒常的に雲や霧が発生し、そこにスギが生活しているの

である（雲霧帯林という）。屋久島・立山など他の有名なスギ林もほぼ同様の気象条件の場所に成立している。天然スギ以外にも約500種の植物と、種数が確定されていない多数の動物・菌類が生息する。とくに、サドトガリネズミやサドノウサギ、サドマイマイカブリなどの佐渡島固有の動物が多く、植物では現在本州側で稀少となっているオオサクラソウ、クマガイソウ、シラネアオイ、カタクリなどが群生する。

佐渡島は本来、新潟県内では最も温暖な場所のひとつであるが、大佐渡山地稜線部は冬季の北西季節風の影響を非常に強く受ける。また、演習林の斜面は平均傾斜が25度を超える極めて急峻な地形で、斜面崩壊が頻繁に発生する。離島の閉鎖生態系の中に存在するという、そもそもの特殊性に加えて、これらの霧・雪・風・斜面崩壊といった厳しい自然環境が、佐渡島の原生林を育んできたのである。

代表的な森林群集

スギ天然林（6-9, 11-14, 16 林班）：

海からの湿った風が吹き上げることにより、大気中の水分が飽和状態となり、霧が頻繁に発生する標高帯（雲霧帯）に形成される日本固有の森林群集。総面積・森林の連続性・自然度の高さなどの点から国内有数のもので、とくに伏条と呼ばれる無性繁殖により更新した「小杉立」（6 林班）の群集と、佐渡島最大級（直径約200cm）の大王スギを擁する13 林班の群集は、ともに学術的価値の高い貴重な森である。激しい季節風による傷害のために複雑に屈曲ながらも、500年以上生存してきた個体が多数含まれる。

ヒバ天然林（21, 22 林班）：

ヒバ（ヒノキアスナロ）の天然林も、大学演習林としては岩手大演習林のもの以外は類例がない。雪の攪乱が大きく、土壌が崩れやすい湿性の急傾斜地に出現する植物であり、その多くが無性繁殖で更新する。

落葉広葉樹林・針広混交林（林内随所）

沢筋の地滑り地帯や、峠付近で風が吹き抜ける場所、雪が吹き溜まる場所に多く出現する群集。ミズナラ・トチノキ・サワグルミ・イタヤカエデ・ブナなどの落葉樹に、スギや矮性のヒバが混成する。とくに生育条件の悪い場所では群集全体が矮性化し、森林の高さも低下する。本州の豪雪地帯でみられる雪崩群落状の低木林はこの地域では形成されず、高木が生えていない斜面は大部分が牛の放牧で草地化した場所か、冬の強風で地面が凍結する場所である。

<参考>佐渡演習林での森林観察エコツアー

新潟大学では、現在、佐渡市観光商工課、（社）佐渡観光協会、佐渡エコツーリズム協議会と共同で、地域の子どもたちに原生林を体験してもらうためのエコツアーを用意している。可能な日程と人数に制限があるため、実施予定のある学校は、少なくとも2か月前までに（社）佐渡観光協会に連絡の上、詳細を相談されたい。

炭焼き概論……

最近、森とのふれあいを深める活動の中で炭焼きの価値が再認識され、趣味として、教育の一部としての炭焼きが普及してきている。そもそも木炭は、化石燃料事情が苦しかった昭和30年代までは日本の家庭における主たる燃料源のひとつで、暖房器具、アイロン、炊事などあらゆる熱源に利用された。現在の電気と石油とガスの役割を兼ねていた。第二次世界大戦中には、佐渡島の山中の至るところに炭焼き窯があり、当時10万人以上といわれた島民の生活を支えた（いまでも共有林の随所に窯の跡を見ることができる）。しかし、高度成長期以降は、化石燃料と電気の利用に伴って需要が激減、薪炭林の利用放棄が、手入れされない二次林の増加と森林生態系の変容を招いたことは、本文で指摘したとおりである。

近年木炭利用が見直されてきたのは、京都議定書の締結以降、環境問題の根源としての化石燃料利用に対して、木質バイオマス利用の利点（クリーンエネルギー）が重要視されるようになってからである。ナラ・カシ類（Quercus; ブナ科コナラ属）を主体とした里山は、材料の伐採をするときにその周期（伐期）さえ守ってやれば（佐渡島では約20年間隔）萌芽再生するので、森林群集の組成を壊さず、理想的な持続的森林利用となる。伐採後に木材を燃やしたとしても、森林が過去数十年間光合成で蓄積した二酸化炭素を大気に放出するだけで済み、放出分はその後の森林生長によって再び回収されるので、中長期スパンで見れば無排出（ゼロ・エミッション）に近似できるという理屈だ。確かに、数億年の長きにわたり蓄積されてきた植物遺体（石油）から二酸化炭素を放出するよりはるかに環境負荷は少ない。ただ、現状では木炭利用は産業化した場合のコスト管理が難しく、発電などの大規模利用も困難なので、備長炭など限られたプレミアム商品を除き、なかなか商業ベースには乗らない（むしろ大量供給可能な木質チップやペレットによる熱電併給プラントに注目が集まっている）。一方で、活性炭としての消臭・防湿効果や、炭焼き作業自体の持つ環境教育効果、レクリエーションの素材としての楽しさや癒し効果は、民間レベルで容易に認知され、学校教育の場や環境NPO活動の題材として頻繁に取り上げられるようになった。実際、学校

現場では高い効果の見込める格好の環境学習素材といえる。ただし、コツをつかむまでに多少の試行錯誤は必要なので、興味を持った教師が試験的な作業を何度かやってみることが必要だろう。現在、炭焼きの指導書は多数市販されており、容易に情報収集が可能なので、詳細な手法解説はこれらに譲り、以下、炭そのものの簡単な解説と炭焼き手法の概要のみ述べる。

そもそも、炭焼きとは植物体を利用して、その木質部分を乾留し（無酸素高温条件で有機物を化学反応させ分解すること）、木酢液・タール・木ガス・木炭などに分ける作業である。小学校の理科実験で試験管の中に入れた割り箸を加熱する、あの作業を大規模に行っていると思えばよい（この実験を最初に実験室で実施された後に、そのアナロジーとして炭焼きを体験させてみるのもよいだろう）。材料は植物体であれば何でもよいが、通常は木材または竹が利用される。木材の中でもよい炭になるものとならないものがある。概して、密度が高く堅い木材は良い炭になりやすい。代表的なものは、コナラ・ミズナラ・クスギなどのコナラ属落葉広葉樹と、紀州備長炭の材料として有名なウバメガシであるが、ほかにもサクラ類やツバキ類、スギ間伐材などもよく使われる。

炭には材料による分類と炭化手法（焼き方）による分類があり、どちらも炭の性質を示す重要な区分である。後者の分類には黒炭と白炭の二通りがある（表2）。

炭焼きの副産物である木酢液の効能も、最近はいろいろな媒体で伝えられるようになってきたが、誤解も多い。木酢液は水の中に植物体内の二次代謝産物またはこれが分解されたもの（フェノール、有機酸、タールなど数十種類の物質）が溶けたもので、淡黄色、酸性の液体である。炭焼きの際に、煙突から出た煙を冷却した粗木酢液を放置すると三層に分かれ、上層の軽油質、下層のタールと分けて取り出すことができる。殺菌力が強いので、農薬として葉に散布したり土壤に施用したりする。園芸用の土の殺菌にも効果がある。木酢液は植物から取れたものなので、無害有益と思われがちだが、これは自然物信仰のようなもので科学的ではない。実際には、木酢液に含まれる二次代謝産物には、害虫などから植物体を防御するために植物体内で合成された一種の農薬成分が含まれる（植物防御物質と総称される）。このため原液は必ずしも体によくない。100倍程度に希釈して使用したい。劇薬ではないが、取り扱いにはマスクや手袋の着用が望ましい。スキンケアや入浴に使う人もいる（商品もある）が、効果のほどは疑問である。

炭焼きを学校や環境NPOの環境教育イベントとして行う場合には、技術的な面から黒炭を焼くことを勧めたい。学校の近くに手入れ不足で暴れている竹林があれば、地権者に承諾を得てそれを切り出し、ドラム缶窯で炭化させる。学校の近くに稼働している炭焼き窯がある場合は、所有者に頼んで見学させてもらうのもよい。地域の森林組合などで、炭焼き窯を維持しているケースや炭焼きの愛好会などもあるので、まずは地域の森林関係者にあたってみて欲しい。学校で実施する場合は数回のテストを行って、窯の癖や材料の乾燥状態と、炭のでき方の関係についてノウハウをつかんでから実施した方がよいだろう。

表1 黒炭と白炭の違い

	黒炭	白炭
主な素材	竹・コナラ・スギなど	コナラ・ウバメガシ・ツバキ・ウラジロガシなど
炭化方法	窯の温度が上がったところで焚き口を塞いで窯を密封し、丸一日かけて炭化させる。炭化温度は約600～700℃。温度が低く工程も少ないので初心者でも比較的作業がしやすい。学校でよく行われるドラム缶を使った竹炭なども黒炭の仲間。	窯の温度が上がったところで焚き口を開けて窯内部に空気を入れ、木ガスを燃焼させることで高温にして精錬する。真っ赤になった木材を外に引き出し、消粉（スパイ：木炭と粘土を混ぜたもの）で密閉し、数時間で炭化させる。炭化温度は約1000～1200℃。作業工程に多くのノウハウが必要。
炭の特徴	黒く、柔らかい炭で鋸で切断できる。触ると手が黒くなる。	堅く、叩くと金属音がする。鋸では切断できず、叩き割るか、特に堅いものはグラインダーで切断する。表面に消灰が残るので白っぽい。
燃え方（火着きと火持ち）	火着きがよく、短時間で高温（約600℃）に達し火力が強い。炎が出る。火持ちは白炭に比べて悪い（材料にもよる）。	火着きは悪く、黒炭やバーナーで着火する。比較的低温（約400℃）で炎をほとんど出さず長時間燃える。
用途	煮炊きに使うのに適している。また、冷蔵庫の消臭にも効果大。比較的安価なので住宅床下の防湿・脱臭や田畑・湖沼に蒔いて土質・水質改善に使うこともある。	焼き物（焼き鳥など）をあぶるのに適している。枕の中に入れたり、炊飯の際に炊飯釜に入れて使うこともある。水を入れたポットに入れて浄化にも使う。

マツ枯れ・ナラ枯れ病の原因とその防除について……

近年、佐渡島の森林には白骨化したアカマツやミズナラが立ち並び、県内でも有数の景勝を誇った外海府や前浜の海岸林は見ると影もなくなっている。

マツ枯れ病は1986年頃から佐渡島での大規模な枯死が記録され始めた。被害は小木・羽茂・両津南部・新穂など、当初は小佐渡を中心に発生し、小木・羽茂は1990年代初頭に被害のピークを迎えた。その後、国中平野から大佐渡方面に被害が拡大し、2007年現在ではほぼ全島を覆い尽くしたといっている。この20年間で島内のアカマツは、すでに全体の95%以上が枯死したとされ、佐渡島の里山の生態系は変容を余儀なくされている。

ナラ枯れ病は2000年頃から小佐渡前浜地区で顕著なものが確認されるようになり、その後約十年で全島に広がった。佐渡島での被害木はおもにミズナラ・カシワ・コナラで、感染時の死亡率はミズナラが最も高い（7割から9割程度が死亡する）。このため、2008年から2009年にかけて、ミズナラが覆っていた金北山の東面や南面は全滅に近い惨状を呈した。

マツ枯れ病の原因は、マツノザイセンチュウ（松材線虫）という長さ1mmくらいの線虫である。マツの中で急速に増殖し、導管の中に目詰まりが起きて、通導阻害のために樹木全体が死亡する（このような病気を総称して萎凋病という）。もともとは、アメリカが原産地の外来性の線虫であるが、アメリカの森林でこれが原因でマツが大量枯死することはほとんどないが、抵抗性のない日本のマツは次々と死んでいった。1910年代から1940年代には山陽地方・九州で被害が拡大、戦後、GHQの指導と燃料材需要の一時的高まりによって、被害がいったん終息したかにみえたが、1960年代以降の里山の利用放棄に伴って、マツの生息環境自体が悪化し、これが近年の被害の呼び水になったともいわれている。線虫自身には樹木から樹木への移動能力はなく、感染拡大のためには、ベクター（運び屋）が必要である。日本では、マツノマダラカミキリというカミキリムシの一種がその役割を担った。線虫を体内に持ったマツノマダラカミキリが、アカマツを後食（成虫になってから植物を食べること）すると、マツノザイセンチュウが感染する。マツの体内では線虫とカミキリムシの次世代が並行して育ち、カミキリムシの脱出時に再びその体内にのって線虫が拡散する。

マツ枯れ病の原因が線虫であるのに対し、ナラ枯れの原因は通称ナラ菌といわれる菌である（*Raffaelea quercivora*）。ベクターは、カシノナガキクイムシ（*Platypus quercivorus*）といわれる小型の甲虫で、この虫のメスの背中にあるマイカンギアと呼ばれる器官に菌が入っており、これが穿孔時に接種される。こちらは、マツ枯れとは異なり、在来種と言われており、以前から西日本を中心に散発的な被害が報告されていたが、里山利用が活発な時代には枯れ木は真っ先に切って燃料にされてしまうために事実上は問題にならなかったようだ。ナラ枯れが社会問題するのは1980年代からで、新潟・福井・兵庫など日本海側の放棄薪炭林で爆発的な被害が発生して周辺地域に拡大した。

マツ枯れ病やナラ枯れ病の駆除・防除の方法は、近年の森林防疫の研究者の最大の関心事であったといっている。技術的には大分成熟してきたが、広域で防除するにはコストがかかりすぎ、現実には対策が後手に回っている感否めない。現在用いられている駆除・防除法は、以下のように分類される。

1：ベクター（運び屋）を成虫段階で殺す方法

マツノマダラカミキリの場合、薬剤の空中散布による方法が主体となるが、他の生物にも甚大な被害が及ぶので、現在は下火になっている。カシノナガキクイムシではフェロモントラップにより大量捕殺する手法が考案されているが、実用段階まで至っていない。

2：マツノザイセンチュウやナラ菌を樹体内で駆除する方法

マツ枯れ、ナラ枯れともに樹幹注入法として、現在一般的に行われている。

3：枯死した個体を伐倒して燻煙処理する方法

これも、一般的に行われており、2と並行して実施されることも多い。ただし、ナラ枯れの場合は地下部の処理も必要である。

4：抵抗性をもつ苗を育種し、植樹する方法

マツ枯れの場合に有効である。各県で抵抗性アカマツの選抜育種が行われており、近年、苗木が少数ながら出荷されるようになった。

5：樹木の周りにプラスチックシートを巻き付けて虫の穿孔を防ぐ方法

ナラ枯れの場合有効性が確認されている。

佐渡島内では、アカマツの大量枯死がトキの営巣木減少を招くことが懸念されており、林野庁と新潟県が、小佐渡東部鳥獣保護区を対象として、数千本単位の樹幹注入を実施し、枯死したマツの伐倒と燻煙も併せて行っているが、ナラ枯れに対

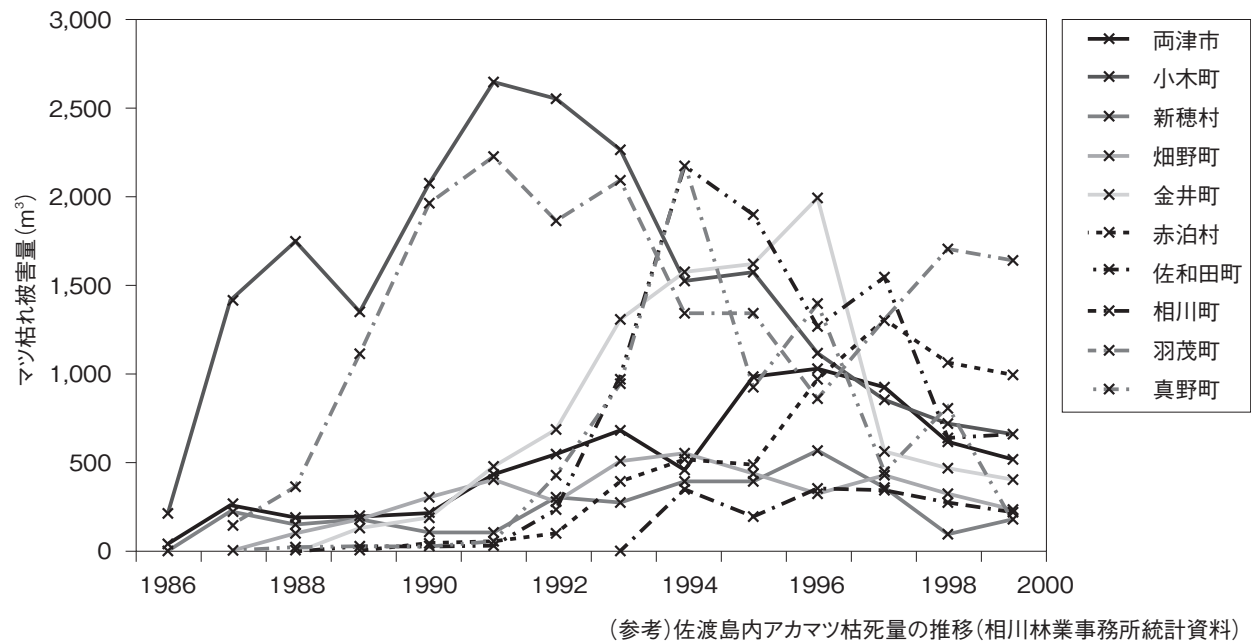


図3 佐渡島内のアカマツ枯死量の推移

する対策はほとんど行われていないに等しい。佐渡の里山を健全な形に戻すには、森林利用のあり方や里山の維持管理主体のあり方といった根本的な議論を早急に行う必要がある。

佐渡市の森林統計と森林計画について……

佐渡市の森林の成り立ちやその現状については本文で定性的に述べた。ここでは、少し数字について見てみたい。

新潟県の刊行している「佐渡計画区地域森林計画書」という、佐渡地域の森林の現況と経営計画についてまとめた冊子がある（地区ごとに必ず発行するように、森林法という法律で定められている最も基本的な森林経営の資料）。これを中心に、佐渡島の森林のスペックを確認していこう。断りが無い限り、数値は平成15年時点のものである。

1：森林面積について

- ・森林総面積は6万2877haで、佐渡市全体の73.6%。森林率は高い（全国平均67%）。
- ・平成19年時点で国有林は1808ha、民有林6万1069ha。国有林率は低く、大部分が民有林といってよい。国有林の多くは小佐渡地区のトキ野生復帰エリア（小佐渡東部鳥獣保護区）内にある。なお、「民有林」とは、都道府県の単位で策定される森林経営計画の対象となる森林のことで、私有林のほかに県有林、市有林などの公有林や、旧市町村単位の入会地（財産区）、大学演習林なども含んでいる。
- ・森林の内訳（本文で述べたように、行政統計では「天然林」の中に、利用履歴のある二次林に相当する森林が多く含まれている）

区 分		面 積 (ha)
立 木 地	人 工 林	56,767
	天 然 林	43,776
竹 林		1,026
無立木地		2,772

・民有林の地域別内訳は以下の通り（単位はha）

旧市町村名	森林面積	旧市町村名	森林面積
両 津	18,695	畑 野	4,249
相 川	15,823	真 野	4,557
佐 和 田	2,668	小 木	1,683
金 井	2,742	羽 茂	3,305
新 穂	2,811	赤 泊	4,032

・森林の機能別分類

「水土保全林」水源涵養機能および山地災害防止機能を重視する森林（全体の69.2%）。

「森林と人の共生林」生活環境保全機能と保健文化機能を重視する森林（全体の4.4%）。

「資源の循環利用林」木材生産機能を重視する森林（全体の26.4%）。

2：林業生産について

・8億9300万円。全産業の0.4%（農業2.9%、水産業1.8%）平成16年度

・林業就業者数 64名（全就業者数の0.14%、平成18年度。なお、国勢調査では14名となっている）。佐渡、両津東部、新穂、南佐渡の4つの森林組合がある。林業専業の就業者は森林面積、森林率に比較して明らかに少ない。

・森林を登記簿上保有している林家は3633戸と、全世帯の15%近くを占める。約85%が5ha以下の小規模林家であり、10ha以上のまとまった森林を所有しているのは全体の5%に過ぎない。

・森林生産では椎茸生産が主力で、新潟全县の約90%を生産する。しかし、ほだ木の供給源となる里山の状態が悪化しているのは本文に記した通りである。

これらの数字から明瞭に読み取れるのは、資源・環境財としての佐渡島の森林の豊かさ、ポテンシャルの高さと、産業としての林業の困難さである。佐渡島の人工林や二次林の荒廃は、まさにこのような数字によって裏打ちされているのである。今後、国産材の需要喚起や温暖化対策の一環としての間伐施業が進むことや、NPOによる森林管理によって、緑の質が向上することを期待したい。

木材の利活用については、平成18年度に制定された「佐渡市地域新エネルギービジョン」によって、木質バイオマス燃料の実用化がうたわれ、今後、木材ペレットやチップ、薪を利用した暖房や温水機が、公共機関や大規模事業所などを中心に導入されていく見込みである。また、島内で生産された木材が流通する過程で大きなハードルとなっていた、乾燥や加工のための工場の導入が実現すれば、佐渡産の材木の大幅な品質向上が期待できるので、佐渡島の林業にも若干ながら光は見えてくるだろう。

★本節にかかわる活動の事例や学習のポイント

これらの内容は、付属のDVD-ROMに収録しています。

<内容>

■実習の手引き：里山の植物たちを知ろう—森林群落調査—