

# 自然と教育

第31号

2021年6月30日  
奈良教育大学  
自然環境教育センター



イヌタデが開花する奈良実習園の休耕畑

## 目 次

辻野 亮：地球の限界 .....	2
辻野 亮：幼少期の環境教育に生かす草花遊び .....	7
丸山 海音：2020年度自然環境教育センター公開セミナー 「松井淳のこれまでの教育・研究紹介」を受講して .....	12
鳥居 春己：奈良県のニホンジカ .....	18
令和2年度自然環境教育センター事業報告 .....	22
編集後記 .....	24

## 地球の限界

辻野 亮 (奈良教育大学 自然環境教育センター)

### 行き過ぎ Overshoots

私たちの生命維持システムである環境は、農業、村落、都市、現代文明を発展させた過去 12,000 年の安定した完新世の状態から、著しく異なる状態の未知の将来の状態へと急速に変化している (Steffen et al. 2011)。新しい未知の状態へ加速的に変化しつつある過去 200 年間は、人新世 Anthropocene と呼ばれている。

現代社会は「行き過ぎ overshoot」ている (メドウズほか 2005)。ここでいう「行き過ぎ」とは、意図せずにうっかりと限界を超えることである。行き過ぎは、動きや行為、変化が急激であるとか、抑制のむつかしさ、情報不足、フィードバック反応の遅れなどが原因で起こる。日常生活では食べ過ぎや飲み過ぎなどがこれにあたる。

現代社会の世界人口は 2020 年現在でおよそ 78 億人にのぼり、先進国では減少に転じつつあるが、発展途上国ではいまだ増加傾向にあり、全世界としては当面の間増加が続くものと予測されている (図 1 A)。世界人口が増えるということは、それに呼応する形で食糧生産量やエネルギー需要も増大してゆく (図 1 B)。別の言い方をすれば、人類による地球の生態系への負荷が増大していることに他ならない。このような成長は、果たしていつまで続くのだろうか。地球はどこまで耐えることができるのだろうか。

### 地球の限界 planetary boundaries

人類が地球に及ぼしている環境負荷は地球が扶養できる限界を既に超えている。環境負荷は、エコロジカル・フットプリント Ecological footprint とい

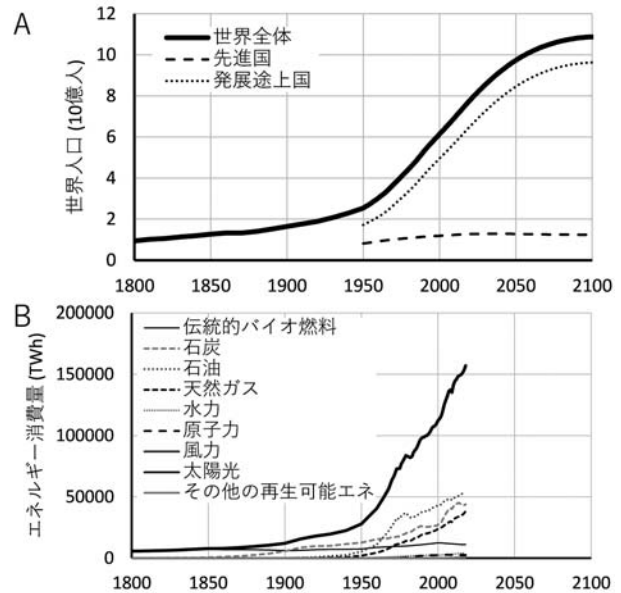


図 1. 世界人口の推移 (A) と世界のエネルギー消費量の推移 (B)。HYDE 3.0 データベース (<https://themasites.pbl.nl/tridion/en/themasites/hyde/>)、国際連合のセンサスデータと予測値、Our World in Data (<https://ourworldindata.org/energy>) のデータを用いて描いた。

う指標で測ることができる (ワケナゲルほか 2004)。エコロジカル・フットプリントは、「ある特定の地域の経済活動、またはある特定の物質水準の生活を営む人々の消費活動を永続的に支えるために必要とされる生産可能な土地および水域面積の合計」で、通常グローバルヘクタール (gha) という単位で表され、地球全体の許容量は地球の陸地と水域の面積に等しい (WWF ジャパン 2015)。計算されている 1961 年以降、エコロジカル・フットプリントの値は右肩上がり成長し続けており、1970 年には地球 1 個分で相殺される環境負荷を人類が与えるようになり、その後も成長し続けて 2016 年には地球 1.7 個分の環境負荷を与えるに至っている (図 2; Global Footprint Network: <https://www.footprintnetwork.org/>, 2020 年 4 月 1 日確認)。

このまま成長を続けると人類の文明が破綻してしまうだろう。環境と開発に関する世界委員会の報告書「私たちの共通の未来」は持続可能な発展を「将来の世代が自分のニーズを満たす能力を損なうことなく、現在のニーズを満たす発展」と定義しているが(WCED 1987)、変化しつつある現状は持続可能だとはとても言えない。

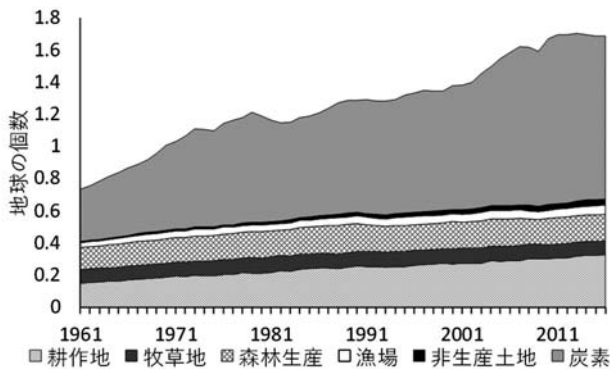


図2. 世界全体のエコロジカル・フットプリント推移 (Global Footprint Network: <https://www.footprintnetwork.org/>, 2020年4月1日確認)

人類の影響が大きすぎたために地球の限界を超えてしまうと、地球システムからかなりの程度の回復力が失われて人類の生存を脅かす可能性があるため(Rockström et al. 2009)、人類の発展と幸福に資する地球環境を維持するには、地球の限界を尊重する必要がある(Steffen et al. 2011)。そこで、Rockström et al. (2009)は、人類の生存に不可欠な生物学的・物理学的な9種類の地球の仕組みが「限界」を越えずに安全で持続可能な形で機能しているかどうかを検討した(表1)。

人類の生存に不可欠な9つの仕組みとは、気候変動、生物多様性の喪失、過剰な窒素とリンの生産、成層圏オゾンの枯渇、海洋の酸性化、世界的な淡水消費、農業用土地利用の変化、大気汚染、および化学汚染である(表1)。このうち生物多様性の損失と気候変動、人類による窒素循環への介入の3種類は、すでに限界値を越えて安全な状態から逸脱して

いる。地球の生命維持システムの限界値を9つの仕組みで定量化して指標にした安全な地球限界値(Safe Planetary Boundaries)は1980年には8だったものが、2015年には4.5にまで減少した(Randers et. 2018)。

表1. 9種類の地球システムとその限界値、現在の状況、工業化以前の値(Steffen et al. 2011)。

地球システム	変数	提案されている限界値	現在の状況	工業化時代以前の値
気候変動	大気中の二酸化炭素濃度(ppm)	350	387	280
	放射強制力(W/m <sup>2</sup> )	1	1.5	0
生物多様性の損失	絶滅率(種/1,000種1,000年)	10	> 100	0.1-1
窒素・リンの循環	大気からのN <sub>2</sub> 除去量	35	121	0
	海洋へのリン流出量	11	8.5-9.5	-1
成層圏オゾンの枯渇	オゾン濃度(ドブソン単位)	276	283	290
海洋酸性化	海表面におけるアラゴナイトの飽和状態の世界平均値	2.75	2.9	3.44
世界的淡水利用	淡水の消費量	4,000	2,600	415
土地利用の変化	耕作地に転換された土地面積の割合(%)	15	11.7	low
大気中のエアロゾル負荷	大気中の粒子濃度	未定量		
化学的汚染	たとえば、有機汚染物質、プラスチック、内分泌攪乱物質、重金属、核廃棄物など	未定量		

気候変動の限界値は、大気中のCO<sub>2</sub>濃度350 ppm(百万分の1)と放射強制力(地球表面でのエネルギーバランスの変化、W/m<sup>2</sup>)が産業革命前の1W/m<sup>2</sup>であることである。これらの限界を超えると、氷床の融解や海水面の上昇、土地被覆の急激な変化、洪水、山火事、熱波などの極端なイベントの強度と頻度の増加につながる可能性がある(Steffen et al. 2011)。現在の大気中CO<sub>2</sub>濃度は約400 ppmであり、限界を超えている。

生物多様性の損失、つまり生物の絶滅は自然状態でも起こるが(1,000種、1,000年あたり0.1~1種)、工業化時代以降には急上昇した(MEA 2005)。この限界値は、自然状態での絶滅率の10倍、つまり種の絶滅率が10種/1,000種1,000年であるが、現代の絶滅率は100以上であり(MEA 2005)、限界を超えている。世界的な脊椎動物の個体数に関する

指標である生きている地球指数（Living Planet Index: LPI）は、1970年から2016年にかけて右肩下がりに平均で68%減少しており（WWF 2020; 図3）、生き物の減少が現実的なものであることがわかる。生息地の消失と劣化、過剰利用、気候変動、汚染、外来種が生物多様性への脅威となっており（WWF 2020）、生物多様性の損失が高じると生態系から受ける様々な恩恵が失われる。たとえば人類の食料生産の1/3は花粉媒介者に頼っているので、草花の受粉を担っている昆虫が失われれば食料生産が危うくなる（Klein et al. 2007）。

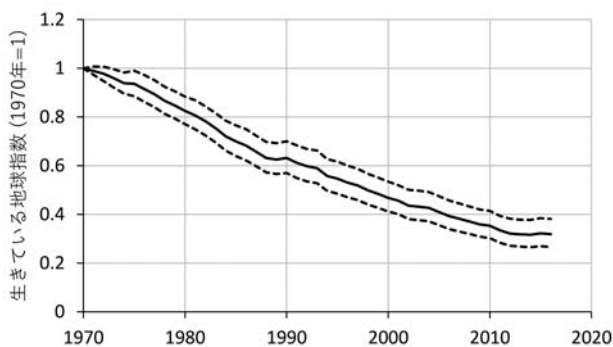


図3. 生きている地球指数（Living Planet Index: LPI; WWF 2020）、地球全体の平均値（実線）と95%信頼限界（破線）を示す

窒素とリンの生産の限界値は、人的利用のための大気中からの $N_2$ 除去量が35百万トン/年および海洋へのリンの流出量が11百万トン/年を越えないことである。窒素とリンの流出は農業システムの副産物であり、生態系での過剰なリンと窒素は、水路や沿岸地域を汚染して有害なガスを放出している（Steffen et al. 2011）。現在の窒素生産量は121百万トン/年でリン放出量は8.5~9.5百万トン/年であり、窒素循環は限界を超え、リン循環は限界を越えそうな状況である（Steffen et al. 2011; 表1）。

限界値は越えていないが、成層圏オゾンが枯渇すると地表に有害な紫外線が届きやすくなり生物の細胞を傷つける。特に海洋表面に多く生息している植物性・動物性プランクトンが死滅して、海洋生態系

の食物連鎖の基盤が失われる（Solomon 2008）。海洋酸性化は、大気中の二酸化炭素濃度上昇と海中に溶ける二酸化炭素が増えることで起こり、炭酸カルシウム（ $CaCO_3$ ）を骨格にもつサンゴや貝類の生息を阻害する。それゆえ、様々な経済セクター（漁業、養殖、観光など）および沿岸の地域社会にも影響を及ぼし、広範囲に大きな間接的な影響を与える可能性がある（Billé et al. 2013）。世界的な淡水消費が限界を超えると、農地で利用される水が枯渇して農業と食糧生産が停滞する可能性がある。土地利用の変化では、全世界に占める農地の割合が15%を越えないようにし、限界を超えると突然で不可逆な土地の荒廃が起こると考えられているが、大気中のエアロゾル負荷と化学的汚染は未だ定量化されていない（Rockström et al. 2009）。

#### 限界を超えると破綻し、元には戻らない

これらの地球の仕組みは相互に関係しあっているため、9種類のうち3種類だけが限界を超えているだけなので問題ないというわけではない。むしろどれか一つでも限界を超えてしまえば、それだけ破綻が近づき人類の生存は非常に困難な状況になる。たとえば、私たちの生存に直結する食糧生産は生物多様性に依存しているし、気候変動によって降水量の世界分布が変動すれば地域的に淡水資源が枯渇して食糧生産が大きく変化する地域が発生し、人口を支えることが出来なくなるかもしれない。また、オゾン層の破壊や海洋酸性化によって海洋の生物多様性が失われても人類の食糧供給に重大な問題が発生するのは疑いない。

局所的な生態系では、環境要因がある閾値を超えるとその状態から別の状態に突然かつ不可逆的に移行することが知られていて、地球全体でも同じように反応しうる（Barnosky et al. 2012）。突然の変化は自然に起こる可能性もあるが、現代は人間活動

の影響の結果として地球規模での突然の変化が迫りつつある (Barnosky et al. 2012)。この突然の変化がいつ起こるのかはあらかじめ知ることが難しく、しかもいったん起こったら前の状態に戻ることはとても難しく困難か不可能である (Barnosky et al. 2012)。

### 社会を持続可能に持ってゆこう

人間社会と地球環境の持続性は一蓮托生である。このまま大量生産・大量消費・大量廃棄の社会経済活動や無限の成長を求め続けてゆけば、行き過ぎの末に人間社会を破綻させてしまうだろう。そうならないためには、たとえばエコロジカル・フットプリントを1未満に戻すなど、人類の影響を地球の限界を越えない状態まで戻す必要がある。

人類の選択によってはハードランディングによって無理やり人類の影響を軽減させることになるかもしれない。しかしそれが幸せな世界であるかどうかの保証はどこにもない。どうせならば人間社会と地球環境を含めたシステム全体を持続可能なものにするために、一つの問題ではなくすべての問題を解決できるように各人が振る舞わねばならない。

### 引用文献

Barnosky AD et al. (2012) Approaching a state shift in Earth's biosphere. *Nature*, 486: 52-58.  
 Billé R et al. (2013) Taking action against ocean acidification: a review of management and policy options. *Environmental Management*, 52: 761-779.  
 Klein AM et al. (2007) Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc R Soc B* 274: 303-313.

メドウズ DH ほか (2005) 成長の限界 人類の選択. ダイヤモンド社.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2005) *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.

Randers J et al. (2018) Transformation is feasible: How to achieve the Sustainable Development Goals within Planetary Boundaries. A report to the Club of Rome from Stockholm Resilience Centre and BI Norwegian Business School.

Rockström J et al. (2009) Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecol Soc* 14: 32.

ワケナゲル M ほか (2004) エコロジカル・フットプリント：地球環境持続のための実践プランニングツール. 合同印刷.

Solomon KR (2008) Effects of ozone depletion and UV - B radiation on humans and the environment. *Atmosphere-Ocean*, 46: 185-202.

Steffen W et al. (2011) How Defining Planetary Boundaries Can Transform Our Approach to Growth. *The Solutions Journal*, 2: 59-65.

Steffen W et al. (2018) Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *PNAS*, 115: 8252-8259.

World Commission on Environment and Development (WCED) (1987) *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press.

WWF ジャパン (2015) 地球1個分の暮らしの指標～ひと目でわかるエコロジカル・フットプリント～. WWF ジャパン.

WWF. (2020) Living Planet Report 2020, Bending the curve of biodiversity loss. Almond REA et al. (Eds.). WWF.

## 幼少期の環境教育に生かす草花遊び

辻野 亮 (奈良教育大学 自然環境教育センター)

### はじめに

環境教育は子供の発達段階を考慮して行わなければならない。その中でも幼少期には、環境に関する具体的な事物や概念を系統だって学ぶことは難しく、むしろ今後の学習や人格形成の基盤を育む時期であり、身近な自然のある環境の中での自然体験を通して学習の基礎や豊かな人格形成の基盤を育むことが必要である。しかし、近年では年代が若いほど自然体験の経験が減少している（能條 2015; 高橋・高橋 2010）。

以前は子供が野外で遊んでゆく中でいつの間にか得られていた自然体験が、子供と自然のあいだに距離が開いてきた近年ではいつの間にか得られるというような状況ではなくなってきている。したがって教育現場や家庭で補完する必要がある、幼稚園・保育園での自然観察や体験、環境教育の重要性が高まっている（田宮 2011）。そこで本稿は、幼少期の環境教育に資することを目的とし、自然体験のうち特に草花遊びの数々を紹介する。

### ひつつき虫

草叢などを歩いているといつの間にか植物の果実や種子が引っ付いていることがある。昆虫ではないが、これらをひつつき虫と呼ぶ。これらの植物には様々な種類があり、複数のかぎ状の突起や長い突起、小刺、粘液などが表面にあり、布地や繊維、毛などに付着する（松岡ほか 2012）。たとえば、アレチヌスビトハギ、イノコヅチ、センダングサの仲間、ヤエムグラ、オオオナモミ、キンミズヒキなどである（図1）。果実にこれらがある場合には、動物の毛や体表に果実が付着して種子散布されることになる。



図1. ひつつき虫

ひつつき虫は、果実に多いので秋に遊ぶことができる種が多い。オオオナモミの果実は、マジックテープのような構造で、服などに付着しやすい。何人かがオオオナモミ果実を同数持ってお互いに投げ合って服についた数を競う当てっこ遊びをすることができる。他にも、花が咲き終わったばかりのセンダングサの花茎を摘み、センダングサの果実が付いている状態で花茎をダーツに見立てて布的に当てるダーツ遊びができる。イノコヅチやアレチヌスビトハギ、キンミズヒキは小さな果実なので、布にくっつけて絵を描くのが楽しい。ヤエムグラはアカネ科の草本で、無数にある小さな刺で周りの植物と絡み合いながら成長する。茎からは2枚ずつ葉が出ているが、同じ形をした托葉と合わせて7~8枚の葉が放射状に延びている。これをちぎって胸に付けた様子が、勲章に似ていることから、ヤエムグラの勲章と呼んで遊ぶ。

### アクセサリ

草地などに豊富にある植物を使って即興のアクセサリを作ることができる。シロツメクサは、4~7月に白い花を咲かせるヨーロッパ原産のマメ科の多年草で、舶来輸入品の緩衝材として荷物にツメたことからシロツメクサと呼ばれる。クローバーとも呼ばれる。マメ科に複葉の種は多いが、通常3枚の小葉が4枚になった場合には四ツ葉のクローバーと呼ばれる。シロツメクサの草叢から縁起ものである四ツ葉のクローバーを探すだけでも楽しいが、シロツメクサを用いれば様々なアクセサリを作って遊ぶこともできる。

シロツメクサの冠は、まずシロツメクサの花を3本くらいまとめて花茎を巻き付け、さらに1本ずつ次の花茎を巻き付けて伸ばしてゆき、ちょうどよい長さになったら花茎の末端をうまくまとめて輪にして作る(図2)。シロツメクサよりも少し大柄で濃いピンク色の花を咲かせるアカツメクサやタンポポなどの他の花でもできなくはないが、花茎の数をそろえるのが難しいかもしれない。



図2. シロツメクサの冠とその作りはじめ

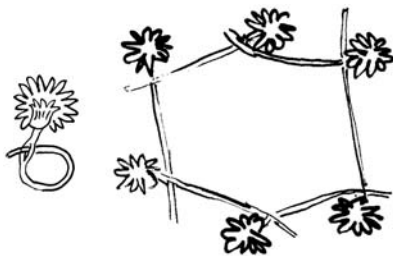


図3. タンポポの指輪と首飾り

タンポポのように花が大きければ、タンポポの頭花のすぐ下に穴をあけて花茎の末端を差し込めばタ

ンポポの指輪ができる(図3)。また、花茎の末端近くに穴をあけた花茎を5、6本準備して、開けた穴に花茎を順に差し込んでつなげばタンポポの首飾りができる。なお、輪を繋げる時には最後の穴を大きめにしてタンポポの頭花をくぐらせるか、結ぶ必要がある(図3)。

首飾りをつくるのであれば、ドングリやジュズダマなどの丸くてある程度硬い果実に千枚通しで穴をあけて紐でつないでもできる。ドングリはブナ科コナラ属の果実で色々な種類があり、秋になれば近くの林や公園で見つけることができる。ジュズダマはイネ科の草本で水辺に生育している。ドングリやジュズダマの数をそろえることが出来なくても、腕輪くらいなら手軽に作ることもできるかもしれない。

草花を化粧品に見立てることもできる(武田・岡島 2013)。オシロイバナは白やピンク色の花を夏につける草で、直径5 mmくらいの黒い種子をつける。割ると中に白い粉が入っており、その粉で化粧遊びをすることができる。また、学校教育でも利用されることがあるハウセンカは、花や葉を絞った汁を爪に塗ることでオレンジ色のマニキュアにすることができる。ただし、色が付きにくく、落ちにくいので試す際には注意が必要である。

### 競技とゲーム

秋になると道端や河川敷にはチカラシバやエノコログサ類が毛虫のような形をした果穂をつける。エノコログサは別名ネコジャラシともいい、ごく身近な植物である。エノコログサやチカラシバの果穂を手のひらで握ってにぎにぎすると、手から逃れるように這い出して来るのが面白い(図4)。また、エノコログサやチカラシバの果穂を台の上において穂の軸で叩くと前進することを利用して、果穂を二つ並べて軸で鞭を入れるように叩いて競馬遊びをすることができる(図4)。

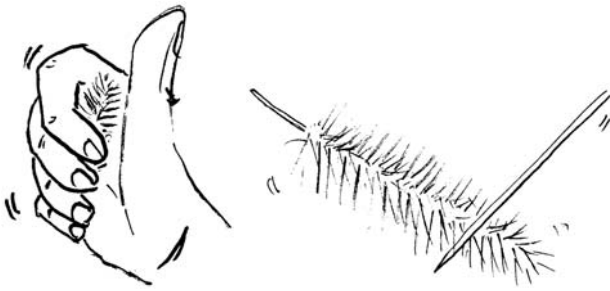


図4. エノコログサやチカラシバの菓穂を握っている図(左)と菓穂の軸で叩いている様子(右)

草花を用いて「草相撲」をとることができる。代表的な相撲はオオバコ相撲である。オオバコはオオバコ科に属する道端雑草で、人に踏まれても旺盛に生育する。オオバコ相撲は、丈夫そうな花茎を選び摘んで二つ折りにし、相撲をとる二人がひっかけて引っ張り、どちらが切れないかを競う(図5)。同じ遊びはヨーロッパ原産の帰化植物であるヘラオオバコという大型の草やエノコログサの菓穂を二つ折りにしたもの、二股になったクロマツ・アカマツの葉などでもできる。少しやり方は異なるが、ムラサキカタバミの葉を使う草相撲もできる。ムラサキカタバミの葉を摘み、葉柄の根元から白い筋を切らないように剥がしてから葉柄を切除する。対戦相手と白い筋を絡ませて引っ張りながらきれなかった方が勝ちである。

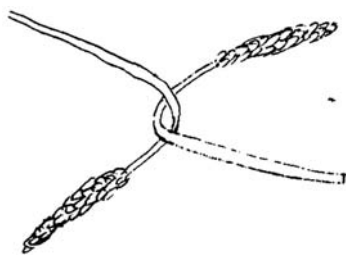


図5. オオバコの花茎を用いた相撲

葉っぱカルタは、多様な葉っぱを使ったゲームである。多様な葉っぱを2枚ずつ用意して、一方を場に並べ、もう一方を隠しておき、ゲームの進行役が隠しておいたもう一方の葉を1枚ずつ見せて、同じ葉を先に見つけたプレイヤーを勝ちとするゲームで

ある(武田・岡島 2013)。上級者用には、葉っぱを1種類ずつ並べ、進行役が葉っぱの種名を告げてプレイヤーが見つかるというルールに変更しても面白い。年少者には、葉っぱの種名ではなく、「一番大きな葉っぱ」「トゲのある葉っぱ」などのように特徴を告げて競ってもよい。

草花を用いて玩具を作ることにもできる。タンポポ人形は、タンポポの花を頭に見立て、ギシギシやカキの葉を着物に見立てて人形にする。作り方は、タンポポの花を摘み、花茎の周りに縦に半分に折ったギシギシの葉を、着物を着せるように3、4重くらい巻き付けてゆく。最後にギシギシの葉がほどけないように前面下部に小枝を挿して固定する(図6)。

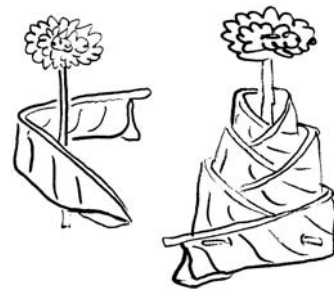


図6. タンポポの花とギシギシの葉で作ったタンポポ人形

## 玩具

ナズナはペンペン草とも呼ばれ、ハート型の果実をつける。果実の付いたナズナの花茎を摘み、花柄を引っ張って軸から垂れ下がるようにする(図7)。花茎を回転させたり、振るとナズナ鳴らしまたはナズナのガラガラになる。

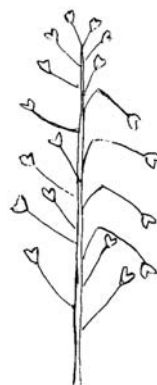


図8. ナズナ鳴らしのために花茎を垂れ下がるようにしたナズナ



笹舟は、ササ・タケ類や幅広な単子葉植物の葉で作った小舟である。作り方は、長い葉の両端を折り返し、折ったところを3等分するように切れ目をいれ、3等分した外側を内側に曲げて重ねるように挟む（図8）。作った笹舟は、池や川に浮かべて流して遊ぶ。

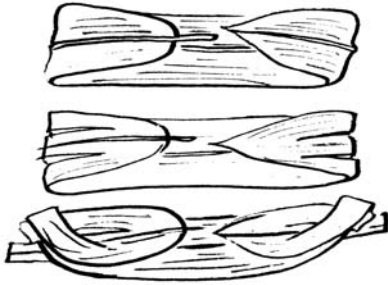


図8. 笹舟の作り方

葉っぱのサンダルは、ヤブツバキやアジサイのように、大きめで少し硬めの葉で作りやすい。葉の基部側をU字型に切り、折り返して葉柄を葉に挿し込んで止めれば完成である（図9）。

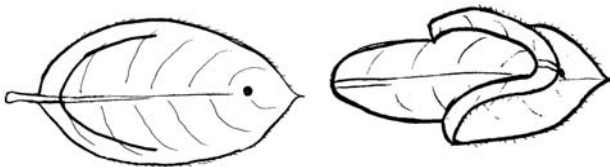


図9. ヤブツバキやアジサイの葉で作った葉っぱサンダル

クズの葉鉄砲は、クズやイタドリ、ドクダミなどの大きな葉っぱを用いて音を出す遊びである。左手を軽く握って穴を作り、親指と人差し指で出来たその穴に葉を押し込んで右手のひらでたたくとポンと音がする遊びである（図10）。音が出る遊びとしては草笛があるが、ササ類、スズメノテッポウ、カラスノエンドウなど様々な素材を用いて色々なやり方があるので、試行錯誤してみるとよい。



図10. クズの葉を使ったクズの葉鉄砲

イヌマキ手裏剣は、常緑針葉樹のイヌマキの葉4枚を用いて作る手裏剣である。イヌマキは庭木や庭園樹として一般的で目にする機会が多い樹木である。葉は10 cm程度で細長い。二つ折りにした4枚のイヌマキを編むようにして組み合わせて手裏剣を作る（図11）。

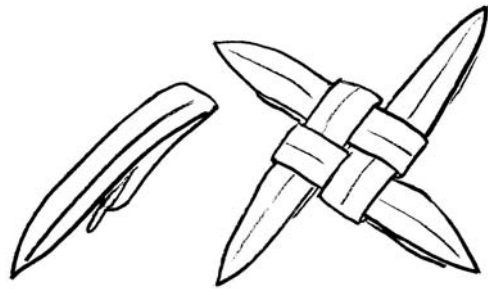


図11. イヌマキ手裏剣の組み方

### 工作と創作物

ドングリは、いつの間にか拾ってしまう不思議な素材である。ドングリを素材にすれば、工夫次第で独楽やヤジロベエなどのような遊び道具やいろいろな創作物を工作することができる（図12）。ドングリには、シギゾウムシ類の幼虫がいることがあり、放置していると幼虫がウニウニと這い出してくる（図12）。穴の開いていないドングリを探したいが、穴はとても小さくてわかりにくいので、水に浮かべて浮いたものを虫食いの可能性が高いとして捨てるか、3~4分煮沸して日陰で乾燥させると虫対策になる。ただし、強く乾燥させると殻が割れてしまう。

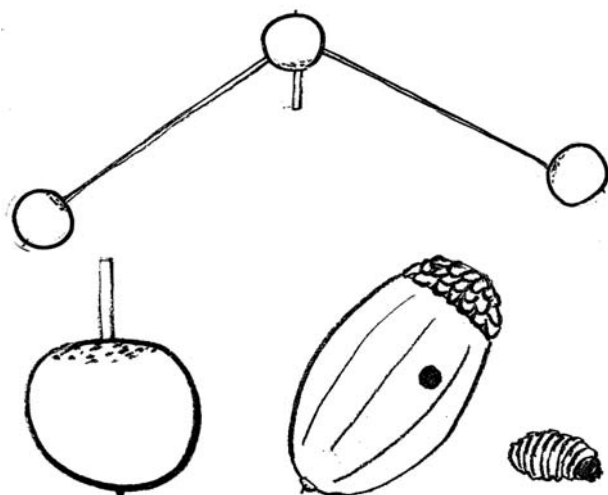


図 12. ドングリで作ったヤジロベエと独楽、ドングリから出てきたシギゾウムシの幼虫

植物の汁で色水を作れば、自然素材を使った絵を描くことができる。緑色はどの葉でもできるので、その他の色をアサガオ（青、紫）、オシロイバナ（黄色、紫）、ホウセンカ（ピンク、紫）、ツユクサ（青）、サルスベリ（ピンク、紫）などの植物を集めて色を増やす。次に、集めた植物をビニル袋に少しの水とともに入れてよく揉み、色水を作る。できた色水を絵の具として、紙や布に描いたり塗ったり浸したりして、創作物を作ることができる。

葉の凸凹を利用してフロッターージュを行うこともできる。平滑な板の上に葉を置き、その上に薄い紙を重ね、斜めに持った鉛筆で軽くこすると、葉の凸部が浮き出るように描くことができる。葉の種類は多い方が面白いし、鉛筆の色は黒だけでなく色鉛筆やコンテ、クレヨンなどを使うと想像の幅が広がる。葉に絵の具を乗せてスタンプのようにして描くこともできる。

葉などの自然素材を直接用いて寄せ絵をすることもできる。材料としては、多様な緑の葉や紅葉した葉、ドングリ、松ボックリなどと画用紙、色鉛筆、クレヨン、糊やボンドを準備する。画用紙に落葉やドングリなどを糊・ボンドで付け、クレヨンなどで補助線を加えて絵を描く。生の葉や湿気た紅葉は乾

燥すると縮れて糊付けが甘いとめくれあがってしまうので、あらかじめ押し葉標本のように乾燥させて糊付けを行うなどの工夫が必要である。

### まとめ

身近にある草木の花や葉、茎、果実などを用いる遊びは多種多様に存在する（たとえば、さとうち・松岡 1986）。草地や林の植物だけでなく、庭木や園庭・校庭、道端の雑草すらも自然体験の素材となることから、都市においても草花遊びは出来る。むしろ、幼児や指導者が創意工夫することでいろいろな遊びを生み出すことができるので、草花遊びは自然体験だけではない豊かな経験を幼少期教育に加えることができるだろう。

### 引用文献

- 松岡 成久, 西野 眞美, 福岡 忠彦, 林 美嗣, 小谷 裕子 (2012) ひつつきむしの世界. 共生のひろば (7): 79-84.
- 能條 歩 (2015) 人と自然をつなぐ教育: 自然体験教育学入門. NPO 法人北海道自然体験活動サポートセンター, 北海道.
- さとうち 藍, 松岡 達英 (1986) 自然図鑑一動物・植物を知るために. 福音館書店, 東京.
- 高橋 多美子, 高橋 敏之 (2010) 幼少期における自然体験と自然科学への関心・自然に対する新譲渡の関連性. 理科教育学研究, 50: 117-125.
- 武田 正倫, 岡島 秀治 (2013) 自然観察 (新ポケット版学研の図鑑). 学研プラス, 東京.
- 田宮 緑 (2011) 体験する・調べる・考える 領域「環境」. 萌文書林, 東京.

## 2020年度自然環境教育センター公開セミナー 「松井淳のこれまでの教育・研究紹介」を受講して

丸山 海音 (奈良教育大学 理科教育専修3回生)

奈良教育大学において、奈良教育大学自然環境教育センター公開セミナーが開催されました。2020年度は「松井淳のこれまでの教育・研究紹介」という題目で、本学の植物生態学研究室の松井淳先生、自然環境教育センターの辻野亮先生、神戸大学の丑丸敦史先生の3人の先生方による講演が行われました。公開セミナーに参加した学生として、講演の内容について簡単に報告をします。

公開セミナー「松井淳のこれまでの教育・研究紹介」

日時：2021年3月24日

場所：奈良教育大学 (308 教室)

主催：奈良教育大学自然環境教育センター

プログラム：

センター長 はじめの挨拶

講演1：「シカシカサルと樹木/深泥池にシカが出た」

本学自然環境教育センター 辻野亮

講演2：「ウリハダカエドと35年」

神戸大学人間発達環境学研究科 丑丸敦史

講演3：「奈良教育大学での21.5年の軌跡」

本学植物生態学研究室 松井淳

センター長 おわりの挨拶

シカシカサルと樹木/深泥池にシカが出た

今回の公開セミナーは、今年の3月に退職される松井先生のこれまでの教育や研究がテーマでした。1つ目の講演は、辻野先生による「シカシカサルと樹木/深泥池にシカが出た」という題目のお話でした。

シカシカサルと樹木では、1) 屋久島のニホンジカとニホンザルと樹木、2) 大峯山とニホンジカで、2つのシカとサルと樹木について、それに加えて、3) 深泥池にシカが出た、の3つのテーマについてのお話でした。

1) 屋久島のニホンジカとニホンザル

屋久島における若齢段階の樹木に対するニホンジカの採食圧による実生の生残 (Tsuji no and Yumoto 2004)、ニホンザルによる地形特異的な種子散布 (Tsuji no and Yumoto 2009) という2つの研究についての紹介でした。

屋久島のニホンジカ (以下「シカ」という) は、2001年以降、個体数密度が増加傾向にありました。シカによる植生への影響としては、採食などによる樹木の更新の阻害があります。屋久島西部の常緑広葉樹林に防鹿柵を設置して柵の内外で実生の生残状況を調べたところ、柵外では全体的に実生の生存率は下がり、特にシカの好きな植物 (嗜好種) については、シカに食べられてしまうため、柵がないと生存できないということがわかりました。

一方、1996年に土砂崩れによって植物がすべてなくなった調査地近辺の仏谷と呼ばれる谷の写真と、その20年後の2016年の仏谷の写真 (揚妻・揚妻-柳原 2018) を見比べると緑が戻ってきているのが

わかります。シカの増えている地域では、希少種が減ったかもしれないし、植生変化も起こっていると思われますが、一概に植生劣化していくばかりではないということがわかりました。

シカの生息密度が高い地域において、植生は回復しないのではないかと思っていたので、しっかり緑が戻ってきているということにとっても驚きました。

屋久島での研究の話の2つ目はニホンザルによる地形特異的な種子散布でした。

ニホンザルはどのように植物の種子散布に関わっているかという、ニホンザルは一時的に食べ物を収納することができる頬袋を持っており（図1）、木の上で頬袋に果実をため込み、下に降りてきて果肉を食べ、種子を吐き出すことによって樹木の種子散布に関与しています。このような種子散布を頬袋散布といい、今回紹介のあったニホンザルの個体追跡調査の研究から、樹木の地形特異的な分布パターンに沿う形で頬袋散布が行われることがわかりました。



図1. 頬袋に食べ物をたくさん詰め込んだニホンザル

## 2) 大峯山のニホンジカ

大峯山の弥山では縞枯れという現象が有名です。縞枯れは風が一方向から吹いて、風の矢面に立っている樹木が風のストレスで枯れて、枯れたところが

縞模様に見えるという現象です。枯れた樹木の根元では光が地面まで届くようになり、実生が成長して森林更新が進んでいきます。

大峯山では、縞枯れが起こっているところにおいて、林床で生育するはずであった実生をシカが食べることで樹木が更新せず、シカの食べないコバノイシカグマというシダが生い茂っているという状況にあります（Tsujino et al. 2013; 辻野ほか 2013）。

## 3) 深泥池にシカが出た

深泥池は京都市北区にあり、約9 haの池に約3 haの浮島湿原が成立しています。池は西側に住宅地があり、東側・北側・南側を山に囲まれているため、様々な問題が生じています。例を挙げると、山の方からはシカなどが入ってきて植生に影響が出ているほか、近くを通る道路からは融雪剤の解けた水が深泥池に流れ込むことによる富栄養化が起こっています。

深泥池湿原で行われたカメラトラップ（赤外線センサーの付いた哺乳類調査用の自動撮影カメラ）によるシカの撮影頻度を調べた結果、シカの数が増加と減少を繰り返しながらも、全体的に少しずつ増加していました（辻野ほか 2015; 辻野ほか 未発表）。

さらに、深泥池湿原で防鹿柵を設置し、優占植物の生育状況を柵の内外で季節変化を調査したり（阪口ほか 2018）、トランセクト調査によって出現種を記録していくという調査の結果（辻野ほか 2007; 辻野ほか 未発表）、ニホンジカの採食によってこれまでの湿原植生を規定していた植物種があまり見られなくなってきているということがわかりました。

今回の講演でお話のあった屋久島、大峯山、深泥池の3か所においてニホンジカが植生に大きな影響を及ぼしており、これからの植生がどうなっていくのかはニホンジカとの関わり合いの中で変化していくということがわかりました。

## ウリハダカエデと35年

この題目にもあるウリハダカエデの研究では、性転換がどのような要因で促進されるのかについて検証されてきました。

性転換とは何かというと、個体が一生のうちにその性的な機能を変化させることをいいます。

植物においては、主に研究されているのが、今回お話のあるウリハダカエデの属するカエデ属のほかに、テンナンショウ属、ラン科などがあります。テンナンショウ属、ラン科植物などでは性転換がサイズや環境ストレスで促進されるという説明がされています。

私は、生態学実験という授業の実習で、テンナンショウ属の一種、ムロウマムシグサ (*Arisaema kishidae*) の性転換と個体サイズとの関係を調べました。この実習では、ムロウマムシグサの個体サイズ(高さ・偽茎直径・葉の長さ)とその個体の性別を調べ、各変数に雌雄差があるかどうか、検定を用いて確認しました。その結果、葉の長さにおいて雌雄で有意な差が見られるという結果が得られました。

では、今回のテーマにあるカエデ属ではどうなのかということ、ムロウマムシグサとは異なり、個体サイズは性転換に影響はなく、環境要因によって性転換が促進されるのではないかと考えられてきていました(図2)。



図2. ウリハダカエデの雌花(左)と雄花(右)

この研究においては、加齢や環境要因がウリハダカエデの性転換を促進するのかについて、長期調査を行うことによって検証しています。

メス化の性転換に影響する要因としては、歳を経るごとに、前年の生育期間の日照時間の増加したときや、直前の冬季の寒さが厳しいときにメス化が促進されるということが明らかになりました。それに対して、オス化の性転換に影響する要因としては、歳は関係がなく、前年の生育期間の降水量が減少したとき、つまり乾燥すると、オス化が促進されるということが明らかになりました。

35年という長期にわたる調査によって、これまではウリハダカエデの性転換ではサイズアドバンテージモデルは成り立たないといわれていましたが、個体サイズによって性転換が促進されるということに加え、気象の年変動に依存して性は両方向に変化しているという緻密な戦略をとっていることがわかりました。

ウリハダカエデの性転換に関する研究は、未完で未発表の長期にわたる研究テーマです。これだけ長期的なモニタリングをして初めてわかってきたこともあるということから、大変なことではあるけど、長期間のモニタリングは重要だということを知ることができました。

## 奈良教育大学での21.5年の軌跡【第1部 出来事編】

松井先生の奈良教育大学での21.5年の軌跡、第1部の出来事編では、1) リュウゼツランフィーバー、2) ユネスコエコパーク、3) NPO 法人森林再生支援センターと奈良植物研究会の3つについてのお話について紹介します。

### 1) リュウゼツランフィーバー

リュウゼツランとは理科棟周辺に植栽されている一回結実性植物です(図3)。



図3. リュウゼツランの開花時の写真

リュウゼツランの開花がどういう風な流れで起こるのかについての説明会を開いたり、花茎の高さ当てクイズをしたりして、学内だけでなく地域の方々にもリュウゼツランについて知ってもらおうイベントが盛んに催されました(奈良教育大学植物生態学研究室 2005 竜舌蘭の開花 <https://www.nara-edu.ac.jp/KK/dragon2005.htm>)。当時松井研究室所属の学生だった稲場正広さんは、学部から大学院までリュウゼツランを対象に研究され、他府県の植物園などから譲り受けた花粉で人工受粉によって花序の位置と結果率の関係を調べたり、学術的に興味深い多くの成果をあげられたそうです(稲葉ほか 2002, 稲場 2003)。

### 2) ユネスコエコパーク

松井先生は、このユネスコエコパーク(正式名称:生物圏保存地域)の普及啓発をこれまで行ってきました。ユネスコエコパークとよく似たユネスコ世界遺産との違いはどういった点なのでしょう。

ユネスコエコパークは、優れた自然の保護のみだけでなく、周辺地域における人と自然との共生を

目指しているという点にあります(松井 2021)。

日本には現在ユネスコエコパークが10か所あります。その中でも奈良県と三重県にまたがる大台ヶ原・大峯山・大杉谷ユネスコエコパークは1980年に初めて指定された4か所のうちの一つです。

ユネスコエコパークには3つの機能があります。1つ目が生物多様性の保全上重要な地域としての保全機能、2つ目が学術的研究支援を行う機能、3つ目が自然環境の保全と調和した持続可能な開発の国内外のモデルとなるように経済と社会の発展を促すという機能です。

### 3) NPO 法人森林再生支援センターと奈良植物研究会

NPO 法人森林再生支援センターでは地域固有の自然を守ったり、遺伝子に配慮した森林再生を提案したり、シカの個体数密度が増加することによる植生への被害などの自然をめぐる課題について、市民に知らせる活動をしてきました。

奈良植物研究会は1977年に発足した研究会で、レッドデータブックの刊行に貢献したり、奈良県の植物愛好家が集まって、植物の野外観察会などを行っています。

### 奈良教育大学での21.5年の軌跡【第2部 研究調査編】

松井先生の奈良教育大学での21.5年の軌跡、第2部の研究調査編では1)地球研への内地留学、2)大峯山脈前鬼/弥山のモニタリング、3)大台ヶ原自然再生の3つについてのお話でした。

#### 1) 地球研への内地留学について

これまでの植物生態学研究室の学生の研究についての紹介でした。紹介のあった研究のなかでも寺川

眞理さんの屋久島のヤマモモについての研究について紹介します。

寺川さんの研究は、屋久島のヤマモモの実を食べにくる動物を一日中見張り、どのような動物が来るのかを調べるというものです(寺川ほか 2008)。ヤマモモの種子散布に関与している動物の一種であるニホンザルに着目してみると、ニホンザルの果実採食数はニホンザル以外のヤマモモの種子散布者である、ヒヨドリと比べて圧倒的に多く、訪問当たりの滞在時間もとても長いということがわかりました。これにより、ヤマモモはニホンザルがいないと十分に種子散布ができないということが明らかになりました。

また、ニホンザルの糞内に含まれている種子の母樹を特定するというを目的として、ニホンザルの糞内の種子や周辺に生育していた成木の遺伝子を調べると、一つの糞から複数の母樹由来の種子が見つかりました(Terakawa et al. 2008)。このことから、ニホンザルによる種子散布は、生態学的に遺伝的多様性が担保される種子散布であることがわかりました。

## 2) 前鬼/弥山のモニタリングについて

前鬼の林床はシカによる採食圧によって実生がほとんどない状況でした(松井ほか 2011)。2005年に防鹿柵を設置し、防鹿柵内外の実生の生残動態と高さ成長について調べると、柵外では生存率が低く、成長率も悪いということがわかりました(図4; 松井・辻野 2018)。

弥山においてシカの推定生息密度を2009年から2020年まで調べたところ、捕獲によってはじめは減少したものの、期間全体ではあまり変化はみられませんでした。また、弥山の植生については、実生調査を行ったところ、実生バンク自体は消えてはいないものの、生長がないということが明らかになり

ました(松井ほか 未発表)。

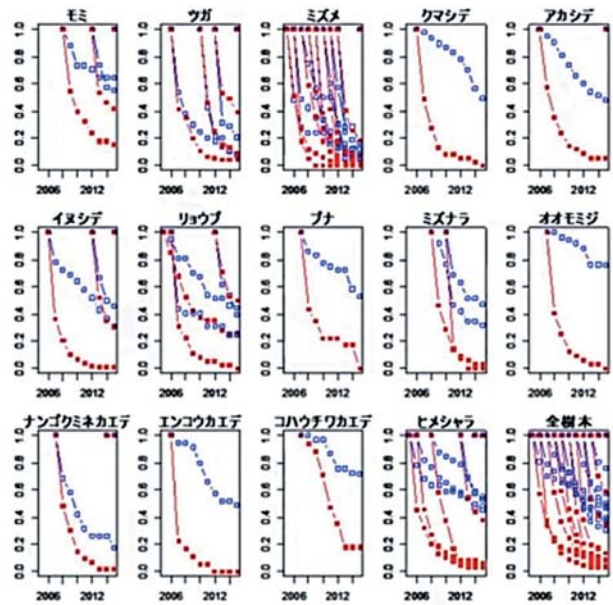


図4. 前鬼における柵内外の実生の生残曲線。青色□が柵内、赤色■が柵外を示す

## 3) 大台ヶ原の自然再生

大台ヶ原の自然に関して、100年後に苔むす森を再びという目標を掲げた自然再生事業に、これまで松井先生は委員として協力してきました。大台ヶ原では、平成15年度からシカの個体数管理をし、現在ではピーク時の4分の1の生息密度となりましたが、植生の回復はあまり見られない状況となっています(環境省 2020)。しかし、ギャップに防鹿柵を設置し、更新環境を確保すると、植生が回復することが明らかになっています。

## まとめ

今回の講演では全体を通して、特にシカと植生との関係の話が大部分を占めていました。

シカと植生との関係についてのお話では、シカの個体数が増加することで、シカの採食などによる植生への影響が見られ、この数十年で植生が大きく変化してきていることがわかりました。研究紹介の中で挙げられていた大峯山や大台ヶ原、深泥池などの

場所において、植生へのシカの影響の今後の動態を知るためにも調査を続けていくことが必要だと思いました。

また、調査を続けていくことに加えて、身近な自然でどういったことが起きているのかを広く伝えていくことが大切だと感じました。

自然環境の保全は、現代においてよく周知されたテーマの一つではありますが、今回の講演でお話があったような、自然に起きている課題について知っている人はどれぐらいいるのだろうと思いました。今、自然が抱えている課題について広く市民に伝えていくことで、自然と人が上手く共存・共生していくことができる、持続可能な社会へとつながっていくのではないかと思います。

## 引用文献

- 揚妻 直樹, 揚妻-柳原 芳美 (2018) シカの高密度生息地で観察された土石流後の植生回復: 屋久島西部照葉樹林での事例. 保全生態学研究, 23: 145-153.
- 稲場 正広 (2003) リュウゼツランの開花・結実に関する研究および視覚教材の開発. 奈良教育大学修士論文.
- 稲場 正広, 松井 淳, 北川 尚史 (2002) リュウゼツランの開花フェノロジーおよび花蜜の生産量. 奈良植物研究, 25: 25-33.
- 環境省 (2020) 令和元年度大台ヶ原自然再生に係る調査・検討業務報告書. 近畿地方環境事務所・株式会社環境総合テクノス.
- 松井 淳 (2021) ユネスコエコパークのESD教材開発. (奈良教育大学ESD書籍編集委員会 編) 学校教育におけるSDGs・ESDの理論と実践, pp. 169-172. 協同出版, 東京.
- 松井 淳, 堀井 麻美, 柳 哲平, 森野 里美, 今村 彰生, 幸田 良介, 辻野 亮, 湯本 貴和, 高田 研一 (2011) 大峯山脈前鬼地域における森林植生の現状とニホンジカによる影響. 保全生態学研究 16(1): 111-119.
- 松井 淳, 辻野 亮 (2018) 大峯山脈前鬼の針広混交林における実生・稚樹と林冠木の種構成の差異. 日本生態学会第65回全国大会一般講演 (ポスター発表) P3-031.
- 阪口 京, 松井 淳, 辻野 亮 (2018) 深泥池湿原におけるニホンジカの採食による優占植生への影響. 奈良教育大学自然環境教育センター紀要, (19): 27-37.
- 寺川 眞理, 松井 淳, 濱田 知宏, 野間 直彦, 湯本 貴和 (2008) ニホンザル不在の種子島におけるヤマモモの種子散布効果の減少. 保全生態学研究 13:161-167.
- Terakawa M, Isagi Y, Matsui K, Yumoto T (2008) Microsatellite analysis of the maternal origin of *Myrica rubra* seeds in the feces of Japanese macaques. Ecological Research 25: 663-670.
- Tsujino R, Yumoto T (2004) Effects of sika deer on tree seedlings in a warm temperate forest on Yakushima Island, Japan. Ecological Research 19: 291-300.
- 辻野 亮, 松井 淳, 丑丸 敦史, 瀬尾 明弘, 川瀬 大樹, 内橋 尚妙, 鈴木 健司, 高橋 淳子, 湯本 貴和, 竹門 康弘. (2007). 深泥池湿原へのニホンジカの侵入と植生に対する採食圧. 保全生態学研究 12: 20-27.
- Tsujino R, Yumoto T (2009) Topography-specific seed dispersal by Japanese macaques in a lowland forest on Yakushima Island, Japan. Journal of Animal Ecology 78: 119-125.
- Tsujino R, Matsui K, Yamamoto K, Koda,



- Yumoto T, Takada K-I (2013) Degradation of *Abies veitchii* wave-regeneration on Mt. Misen in Ohmine Mountains: effects of sika deer population. *Journal of Plant Research* 126: 625-634.  
辻野 亮, 松井 淳, 山本 美智子, 山本 浩大, 幸田 良介, 湯本 貴和, 高田 研一 (2013) 大峯山系 弥山におけるシラビソ縞枯林とニホンジカの影 響の変化. *奈良植物研究* (34): 13-20.
- 辻野 亮, 鄭 呂尚, 松井 淳 (2015) 深泥池湿原に 夜間出没するニホンジカ *Cervus nippon*. *保全 生態学研究* 20: 159-166.

## 奈良県のニホンジカ

鳥居 春己（奈良教育大学 自然環境教育センター 研究部員）

「奈良県のニホンジカ」とは言うものの、生物学的には特別なものではなく、どこにでもいるシカに過ぎない。しかし、わざわざ奈良県のニホンジカとしたのは、奈良県のシカは地域により取り扱いが異なり、面倒だからである。

奈良と言えばシカと大仏が連想される（図1）。シカは春日大社の神鹿として、768年から1,000年間以上にもわたり保護されてきた。通常、シカは満2歳で出産し、その後もほぼ毎年出産をくりかえす。そのため、保護されればシカと言う動物はすぐに数が増える。そのため、この1,000年間は農業被害を防ぐ歴史だったとも言える。時の為政者が保護すると言えば、庶民は泣き寝入りするしかなかった。江戸時代にはシカ殺しは死罪だった。奈良の庶民は早起きで、奈良の町家は間口が狭く奥行きが長い、間口の狭さはシカ対策と言われ、朝自宅の前にシカが死んでいたらどこか他人の門前に移動するためと言われていた。

明治時代になって状況が変わった。有害駆除されるようにもなったし、農業被害を防ぐために、県によって700頭のシカを夜間に収容し、昼間開放するという管理さえ行われていた（渡辺2002）。しかし、餌不足や野犬などで38頭にまで激減したこともあり、夜間収容は中止され、野外に解放されたシカは数を増やし、戦前は900頭になったとも言われる。しかし、第二次世界大戦の混乱で公園平坦部では79頭まで個体数を減らした。それでも（財）奈良の鹿愛護会（以後、愛護会とする）などの努力により着実に個体数を増やしてきたが、1957年9月18日に奈良市一円を主な棲息地として、地域を指定しない天然記念物として指定された。奈良市域に棲息

するシカが天然記念物であると理解された。そのため、指定当時は奈良市ではなかった旧添上郡月ヶ瀬村と旧山辺郡都祁村のシカは天然記念物ではないから狩猟の対象になるし、有害獣としても駆除される。ところが、天然記念物指定の直前の9月1日に奈良公園東の添上郡田原村、柳生村、大柳生村、東里村、狭川村は奈良市に編入していたため、その地域のシカは天然記念物とされることになったのである。編入が1ヶ月遅れていれば状況は大きく変わっていたはずである。この旧5村の面積は現在のシカの棲息地の半分以上を占めているのだ。



図1. 飛火野にて

ところで、天然記念物の指定申請段階では春日大社を中心に狭い地域の指定申請であった。その通りに指定されていれば、大きな問題は起こらなかったかもしれない。しかし、文化庁は前述のような指定をした。指定理由も「古来神鹿として愛護され、春日神社境内、奈良公園及びその周辺の苑地に群れ遊びよく馴致され、都市の近くでもその生態を観察することができる野生動物の個体群として類の少ないものである」である。公園周辺で人慣れしたシカと

言う2点は狭い範囲に棲息するシカを意味し、奈良市全域では整合性が取れていない。



図2. 収穫直前にシカに食べ尽くされたハクサイ

天然記念物指定後、シカは急激に個体数を増加させた。愛護会による頭数調査では指定当時500頭くらいだったが1964年には1,000頭に達し、その後は1,100頭から1,300頭で推移している。個体数増加は周辺農地への被害増加をもたらした(図2)、鹿害防止組合も組織された。一部農家により1979年には春日大社と愛護会を被告とした第一次鹿害訴訟、1981年には被告に国や奈良市を追加して第二次鹿害訴訟に至った。第一次訴訟ではシカは春日大社の所有物、愛護会はその飼養者と認定され、鹿害の被害補償も判決に含まれた。その後、控訴審が進む中で、1985年に大阪高裁による和解調停が成立した。それと同時に第二次訴訟は取り下げられた。その和解条項では奈良市をA、B、C、Dの4地区に区分し、それぞれの地域ごとにシカの管理指針が提示された(図3)。

A地区は東大寺や興福寺など奈良市街地から公園の平坦部、B地区は春日山原始林とその周辺地域、C地区はA・B地区をバッファのように取り囲む地域、さらにその外側の旧奈良市一帯はD地区となった。奈良市の周辺市町村境までのD地区が大きな面積を占めている。これによりA、B地区に棲息

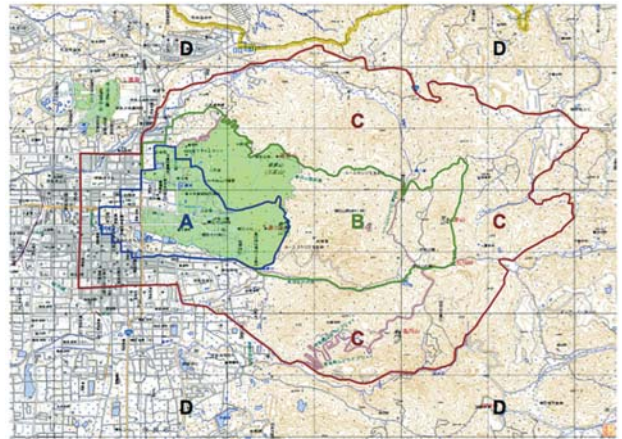


図3. ABCD区分. D地区は一部のみ示す

するシカは従前通り完全な保護となり、C地区のシカは農業被害を起こす個体は捕獲され、愛護会の鹿苑において死ぬまで飼育され、D地区においては場合によっては殺処分もありうるということになった。

C地区において捕獲され鹿苑で飼育される個体は300頭を超える年もあった(渡辺2001)。その一方、和解後30年を経たもののD地区では駆除された個体は1頭もいなかった。訴訟後、奈良市は農業被害の軽減のために平坦部のシカがその外へ出ないように1999年までに20kmの柵を巡らせ、今後も40kmまで拡大する計画だという(渡辺2001)。しかしながら、閉鎖系となっていないシカ柵はシカの行動を阻止はできないことや、その柵の外側にも多くのシカが棲息することから、柵設置の効果は期待できない。これらのことから、天然記念物「奈良の鹿」は和解以後には農地への侵入個体は捕獲されることはあっても、管理されることなく放置されたままに等しい。平坦部における個体数は1,200頭前後で推移していたが、近年では棲息域は確実に広がっている。D地区においても農業被害は無視できないものとなって、第三次訴訟も起きそうな気配であった。また、A地区のシカは交通事故での死亡個体が増えたことや、B地区の植生保護も含めて見直す必要性に迫られ、県が動き始めた。

2013年から検討が始まり、密度や被害調査、行動圏調査などが実施された末に2017年にD地区のシカについて「奈良市ニホンジカ第二種特定鳥獣管理計画」が策定された。第二種特定鳥獣管理計画とは棲息数が著しく増加、あるいは棲息地が拡大した鳥獣の管理をはかるため、県知事が定める計画のことである。2017年7月から捕獲がスタートした。ただし、天然記念物であることに変わりはないのだから、自由に捕獲できる訳ではない。文化庁と協議し、被害を防ぐことができる程度の捕獲数と捕獲地域が決められる。2017年の捕獲数は120頭であったが、この頭数は棲息密度に影響を与えとは考えられない。

このように奈良市に棲息するシカは大きく3区分される。奈良公園とその周辺部に棲息する天然記念物となるシカと遅れて奈良市となった地域（旧月ヶ瀬村と旧都祁村）の普通のシカに区分され、さらに天然記念物のシカもほぼ完全に保護されるA、B地区のシカと捕獲されるC、D地区のシカに区分される。

ところで、奈良市以外のシカはどうなのだろう。奈良市以外ではシカは狩猟獣であって、鳥獣保護区や市街地などを除いた可猟地域では普通に捕獲されている。シカは日本全国でどうしようもないくらいに個体数が増え、都道府県どこでも第二種特定鳥獣管理計画が策定されていて、如何に捕獲数を増やし棲息数を減らすかが課題となっている。個体数が少なく保護する場合を第一種、個体数を減らす計画は第二種に分かれている。奈良県も同様に2000年度に奈良県ニホンジカ特定鳥獣保護管理計画が策定された。

その計画では天然記念物奈良のシカの棲息地を除いて、奈良県をいくつかのブロックに区分して、糞粒法による密度調査や捕獲効率などをもとにそれぞれのブロックごとに棲息数を推定し、目標とする棲

息数に誘導すべく捕獲に関わる規制の緩和や罠猟など免許の取得者数を増やすことに努めている。ちなみに、令和元年度は1万頭の捕獲目標に対して、9,756頭が捕獲された。前述した奈良市の旧月ヶ瀬村と旧都祁村のシカは普通のシカなのだから、当然この管理計画に組み込まれている。しかし、天然記念物のシカ捕獲数は奈良県の集計に含まれているのだろうか。

ところで、紀伊半島南部の吉野熊野国立公園の一部の大台ヶ原特別保護地区を含む2,727 haについては、2001年から近畿地方環境事務所により大台ヶ原ニホンジカ保護管理計画（現在は大台ヶ原ニホンジカ第二種特定鳥獣管理計画）が策定された。

大台ヶ原は標高約1,300~1,700 m、約700 haの準平原が広がる森林地帯である。そこは我が国有数の豪雨地帯で、近畿地方にわずかに残る貴重な原生的自然が残されている。紀伊半島が南限となっているトウヒ群落や西日本最大規模の太平洋型ブナ林などが広がっている。しかし、近年はシカの棲息数が増加することにより、稚樹が食べ尽くされ森林の天然更新が困難になり植生に大きな被害が発生している。如何にしてかつての原生自然林を再生させるかが課題で、1980年代から各種の調査や現地試験が継続されている（図4）。

定期的実施される密度調査などの結果から、目標とする棲息密度を目指すために必要な捕獲数が決められ、年間100頭程度の年が続いているが、近年は罠にかかったシカをクマが食べることで、ハイカーなどへの事故防止で計画通りには進んでいない。この捕獲は普通の狩猟によるものではなく環境省直轄での捕獲である。また、その計画は奈良県計画の地域計画として位置づけられている。

以上のように、奈良県ではシカに関わる第二種特定鳥獣管理計画が3箇所策定されている。天然記念物で保護されるA、B地区のシカ、天然記念物



図4. 大台ヶ原で発信器を装着されたシカ。食べ尽くされて稚樹は見られない

だが捕獲されることもある C、D 地区のシカ、狩猟の対象とはならない大台ヶ原のシカ、狩猟対象となる奈良県のほとんどのシカ、と言うように取り扱いが4区分されていることになる。こんなに複雑なのは奈良県だけだろう。

他にも課題は残っている。天然記念物奈良のシカは「主たる棲息地が奈良」ということから、厳密に解釈すると D 地区は県外まで広がると理解できる。京都府や三重県など隣接する地域のシカと奈良公園のシカとの識別ができないと言うことは、狩猟行政上からは大きな障害になりうるものである。京都府であっても奈良市から来たシカだと分かれば、天然記念物ということになってしまう。例えば、角切りされたシカはほぼ奈良公園で切られたと考えて差し支えないだろう。そんな角切りオスが撃たれた場合

には文化財保護法違反となってしまう可能性がある。幸いなことにそんな事故は起きていないようだが、いつ起きてもおかしくない。

課題は残る。和解当時には認識されていなかった B 地区春日山原始林でのシカによる植生への影響である。原始林のシカは保護されることになっているが、天然記念物を守ることで、特別天然記念物春日山原始林が荒らされているのである。

別の課題もある。裁判後から一部の農家の被害に対しては補償金が支払われている。被害住民全体ではないのだから被害住民の間に差別が起きていることになる。所有者がいない野生動物は無主物であるから被害は補償されないことが原則である。しかし、支払われる補償金には税金が使われている。シカによる農業被害が起きているのは奈良市だけではない。また、イノシシやクマなどによる被害も起きているのだから、シカ被害だけが別扱いになっているのもおかしいことだろう。

#### 引用文献

- 渡辺 伸一 (2001) 保護獣による農業被害への対応—「奈良のシカ」の事例—。環境社会学研究, 7: 129-144.
- 渡辺 伸一 (2002) 明治・大正期における奈良の鹿—〈共存〉への模索と努力—。乱声 (5): 2-14.

## 令和2年度自然環境教育センター事業報告

センターの教育研究活動

1. センター主催公開講座（ならやまオープンセミナー）
  - 1) 「米づくり体験学習」：奈良実習園において、小学生・親子10組40名募集予定だったが、新型コロナウイルス感染症拡大防止のため中止
  - 2) 「夏の森を親子でたのしもう」：上北山村小学校において、親子10組20名募集予定だったが、新型コロナウイルス感染症拡大防止のため中止
  - 3) 「畑で汗を流しませんか」：奈良実習園にて、6名募集予定だったが、新型コロナウイルス感染症拡大防止のため中止
  - 4) 自然と教育第30号：2020年6月発刊
  - 5) 自然環境教育センター紀要第22号：2021年3月発刊
  - 6) 近畿地区教員養成大学農場等協議会：2020年11月頃、和歌山大学教育学部が幹事校となって文書交換で開催
  - 7) 奈良実習園における教材用各種作物等の栽培：米、サツマイモ、ジャガイモ、タマネギ、ウメなど
  - 8) 奈良実習園の教材用果樹園、ガラス温室、花壇と池の管理、附属小学校における入学式や卒業式時への松盆栽の貸し出し等
  - 9) 奈良実習園で収穫した米とタマネギを学内に販売

センター施設利用

1. 奈良実習園での授業や実習：
  - 1) 「栽培実習」、「栽培演習」、「地域文化論」、「社会科教育研究Ⅰ～Ⅳ」、「中等教科教育法Ⅲ（技術）」、「生態学実験」、「生物学実験」、「系統学実験」、「教育史特別講義」、「環境教育各論（野生動物学）演習」
  - 2) 以下は中止した。「保育内容の指導法（環境Ⅰ）」、「小学校生活」、「小学校生活（キャンプ実習）」、「生活」、「生活（キャンプ実習）」
2. 奈良実習園での研究活動：利用申請を受付（2020年2月28日締切）
  - 1) 本学教員・センター研究部員による研究活動と授業利用（8件）
  - 2) 学外の研究者による研究活動（2件）
3. 奈良実習園でのその他の活動：
  - 1) 留学生による農業体験；中止
  - 2) 附属幼稚園によるジャガイモ・サツマイモ掘り体験中止、サツマイモ掘り体験は実施
  - 3) 附属小学校による米作り体験学習は、稲刈りと秋の遠足のみ実施
  - 4) 古代米作り
4. 奥吉野実習林での授業・実習：利用停止中
  - 1) 実習林付備品を利用した実習・公開講座は実施
5. 奥吉野実習林でのゼミ等：利用停止中
6. その他によるセンター施設利用
  - 1) 奈良実習園にて、近隣幼稚園・保育園によるジャガイモ掘り体験（0件）、サツマイモ掘り体験（3件）
  - 2) 教職員による奥吉野実習林の視察（2回）

## 令和2年度 奈良実習園 利用状況

団体名	利用期間	日数	利用のべ人数		利用目的
			合計	うち教職員	
公開講座等	公開講座「米作り体験教室」	中止	0	0	石田他6名 小学生による米作り体験(田植え、稲刈り、餅つき)
	公開講座「畑で汗を流しませんか」	中止	0	0	辻野他4名 畑で夏野菜を栽培
	公開講座枠での自由参加	中止	0	0	講座参加者による畑の手入れなど
授業・実習等	「保育内容の指導法(環境Ⅰ)」	中止	0	0	辻野 サツマイモの苗植えと自然観察
	「栽培実習」	前期	4	20	箕作 水田と畑で作物と野菜の栽培と観察
	「栽培実習」授業外	前期	0	0	授業日以外での畑の管理
	「栽培実習」	後期	0	0	箕作 水田と畑で作物・花卉を栽培
	「栽培演習」授業外	後期	0	0	授業日以外での畑の管理
	「中等教科教育法Ⅲ(技術)」	前期	0	0	箕作 畑で作物と野菜の栽培と模擬授業
	「中等教科教育法Ⅲ」授業外	前期	0	0	授業日以外での畑の管理
	「小学校生活」	中止	0	0	箕作 畑の土づくり
	「小学校生活(キャンプ実習)」	中止	0	0	辻野他4名 キャンプと野外実習
	「地域文化論」	後期	10	80	岩本 秋の農村風景の観察、ドングリの採取と加工(クッキー作り等)、納豆作り、干し柿作り、手打ちうどん作り、焼き芋
	「社会科教育研究Ⅰ～Ⅳ」	前・後期	15	34	岩本 ナタネの収穫と加工、梅シロップ作り、梅干し作り、サツマイモの苗植え、柿の葉寿司作り、サツマイモ収穫、干し芋作り、スイートポテト作り
	「生物学実験」	中止	0	0	松井 教材(タンポポ)採取、食用野生植物の観察
	「生態学実験」	6月29日	1	5	辻野・村松 水生昆虫調査
	「生涯教育史特講」	中止	0	0	板橋他1名 地域学習と社会教育活動の学習
	「野外実習-自然の中の理科教育」	8月	1	16	松井 昆虫採集
本学他組織	本学留学生の農業体験	中止	0	0	学生支援課2名 農作業、米作り体験
	センター兼務教員の研究活動	通年	10	10	箕作 温室で栽培実験
	本学教員の研究活動	通年	24	40	板橋 地域学習研究
	センター研究部員の研究活動	通年	185	185	研究部員 温室でイラクサの栽培
本学附属校園	附属幼稚園友会	中止	0	0	- よもぎつみ(保護者)
	附属幼稚園	中止	0	0	0 ジャガイモ掘り
		10月27日	1	90	12 サツマイモ掘り
	附属小学校	中止	0	0	4 田んぼ見学
		10月9日	1	87	3 稲刈り
		10月30日	1	90	5 秋の遠足
	附属中学校	中止	0	0	竹村 田植え
	附属中学校裏山クラブ	中止	0	0	山本 ナヨクサフジの調査、教材植物の採集
その他	奈良カトリック幼稚園	中止	0	0	0 ジャガイモ掘り
	愛染幼稚園	中止	0	0	0 サツマイモ掘り
	親愛幼稚園	中止	0	0	0 サツマイモ掘り
	奈良YMCA	中止	0	0	0 サツマイモ掘り
	極楽坊保育園	11月4日	1	214	21 サツマイモ掘り
	いさがわ幼稚園	中止	0	0	0 サツマイモ掘り
	すまいる保育園	10月29日	1	51	10 サツマイモ掘り
	奈良育英幼稚園	中止	0	0	0 サツマイモ掘り
	みのり保育園	10月20日	1	60	5 サツマイモ掘り
	他大学研究者の研究活動	11月	1	1	0 オオバコの生態調査
	他大学研究者の研究活動	8月	1	1	0 イネの標本採取
	合計		258	984	

## 令和2年度 奥吉野実習林 利用状況

	団体名	利用期間	日数	利用のべ人数		利用目的
				合計	うち教職員	
公開講座等	公開講座「夏の森を親子で楽しもう」	中止	0	0	石田他7名	
授業・実習等	野外実習—自然の中の理科教育	8月30～9月2日	(4)	(96)	松井他6名	高畑キャンパス構内で実施(*)
本学その他	視察	10月14日	1	10	学長他9名	現場視察
	視察	2021年3月15日	2	8	石田他3名	
	合計		3	18		

\*) 実習林外での実習につき、合計に含めない

## 編集後記

2019年度末から始まった新型コロナウイルスの影響で、2020年度は例年と大きく異なる1年になりました。自然環境教育センターで行っている公開講座には4月末から募集を始める講座もあるのですが、年度当初は先の見通しが立たない状態であったため自然環境教育センターが主催する3つの公開講座を4月中旬に中止にしました。また、授業等についても圃場を用いる授業等の一部が中止されたりしたため、実習園の利用率が大幅に減少しました。奈良実習園では例年3,000人日/年程度の利用がありましたが、2021年度に限っては多くの事業は中止または縮小されたため、およそ3分の1程度に減少しました。例年畑の稼働率はほぼ100%だったので、畑を休ませるいい機会になったのかもしれませんが。

10月になると近隣幼稚園などによるサツマイモ掘りの遠足でにぎわいますが、マスクをしながらのサツマイモ掘りとなりました。中止にされた幼稚園等もありました。サツマイモの植え付けは例年通りの畝数を6月に行い、これらはよく生長したため、せっかく植えたサツマイモを収穫する人手が足りなくなっていました。例年は何十人もの子供たちの力であつというまに掘りつくされるサツマイモですが、いざ少数の職員たちで掘り出そうとすると、思った以上の重労働になってしまいました。

2011年に深層崩壊した奥吉野実習林の赤谷では、災害後すぐに砂防堰堤の工事が行われています。2号砂防堰堤ができるまでは台風などによる大雨で何度も工事進捗が巻き戻ることがありましたが、ここ数年は順調で現在は3号砂防堰堤の建設を行っており、そろそろ工事が完了するものと思います。ところで奥吉野実習林は、植林地が多い奈良南部には珍しくまとまった面積の落葉広葉樹林があって、野外実習などに最適な場所なのですが、一時は廃止も検討されました。しかし、学長や施設課、財務課などとの協議することで、コストの低い現実的な方法が学長から提案されました。これを受けて建物等の復旧を最低限として野外活動が行えるような存続のあり方が検討されています。どのようなインフラをいつ頃整えるかなどの詳細はまだ決まっていますが、砂防堰堤工事が完成する頃を目指して奥吉野実習林の利用再開を目指したいと思います。



サツマイモ掘り遠足にやってきた幼稚園児



2号砂防堰堤と建設始めた3号砂防堰堤