

ヤギ除草 2023 年度版

2023 年 5 月 18 日

生態系管理における意義

里山の生物多様性の中心は明るい林床や草地に生育する草原植物と落葉低木で、中世に成立し肥料や家畜の飼料として藪や草を刈り、燃料のために樹木を伐ることで維持されてきた。しかし近代以降は植生遷移が進み消失してきている。里山の生物多様性を維持するには常緑樹や常緑低木、ササ、クズなどの藤本を抑制して植生遷移を止める必要があるが労力不足が課題となっている。そのため冬にヤギを放牧することで常緑植物を効率的に除去する実験を行った。

横浜国大キャンパスの中には江戸時代から続く植生が残されており、明治時代以降もゴルフコース外縁の樹林やコース間樹林として残った (<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.12.004>)。このため江戸時代から続く植物の野生個体群が残り、学内で最も多様な里山多様性ホットスポットになっている。ただし、キャンパス内では希少植物の盗掘も起きた。

里山落葉樹の野生個体群： コナラ、イヌザクラ、エゴノキ、イロハモミジ、ハリギリ、マユミ、タラノキ、など

里山低木の野生個体群： ウグイスカグラ（はすかつぶ）、モミジイチゴ（らざべりー）、ニガイチゴ、ガマズミ、コゴメウツギなど

里山草本層の野生個体群： タチツボスミレ、オカトラノオ、ホタルブクロ、ヒトリシズカ、フタリシズカ、ヤマユリ、クサボケ、ハンショウヅル、ツルニガクサ、ツリガネニンジン（ととき、絶滅）、オトコエシ（絶滅）

横浜国大の里山生物



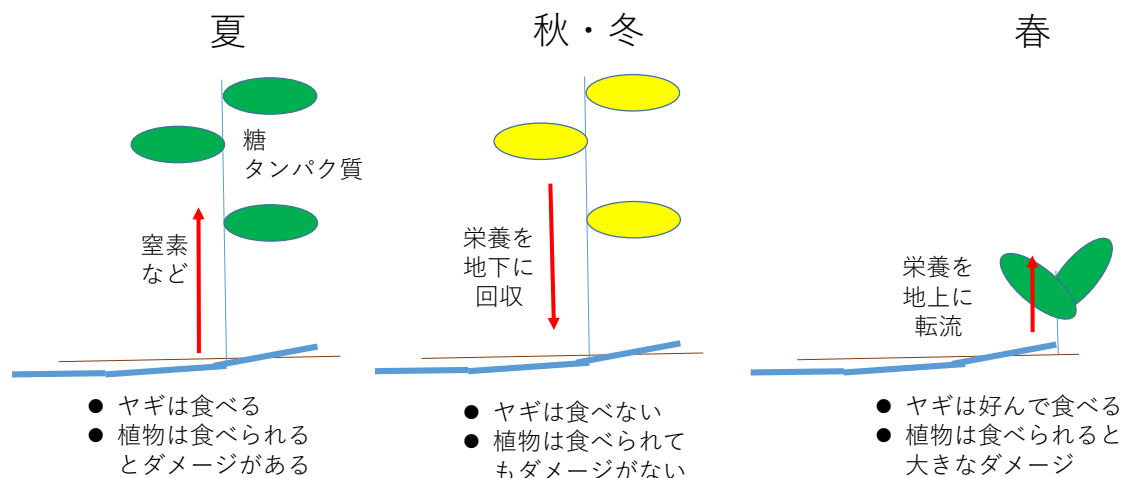


植物のなかの栄養の転流とヤギ除草の原理

セイタカアワダチソウやススキのように、冬に地上部が枯死する多年草は栄養（糖や窒素）を地下に蓄え、春の新芽に輸送する。秋には枯死前に糖や窒素を地下に戻す。落葉樹も同様の転流を行う。常緑植物は落葉植物より転流が顕著でなく枝先に保持するものも多い。

セイタカアワダチソウやススキを除草するためには地下から地上に栄養を輸送した春から9月までにヤギに食べさせると有効である。ヤギやシカは窒素や糖が多い部分を選んで食べるため、屋久島では「刃物で切っても再生するがシカが食べると再生しない」といわれている。逆に絶滅危惧種などの保全対象の落葉植物が生育する植生は地下への回収が進んだ10月以降に放牧するとダメージが避けられる。

ヤギは樹木の硬くなった枝を食べないので硬くなる前に放牧するが、食べられた後に出した芽が次々食べられることで樹木は衰弱・枯死する。



ヤギが好む植物

キャンパスでの食痕調査から「みんなでGIS」(<http://minnagis.com>)の尤度による方法で相対的な嗜好性値を求めた。1日の中で異なったタイプの植物を混ぜて食べるが放牧すると嗜好性の傾向が現れる。この表の嗜好性値で8.0以上はご馳走になる。1.0程度までは日常的な餌としてよく食べる。冬期に食べ物がなくなるとアズマネザサやタケ、シュロも除草可能。放牧すると上位の種から消失してゆくので、低い採食圧でクズやヤマグワ（嗜好性9）を選択的に除草してヒサカキやスダジイ（3～2）を残すことができる。ただしヤツデ（嗜好性値8）を残してアズマネザサ（嗜好性値0）を除草することはできず、嗜好性が高い種を残す場合は防護が必要になる。

嗜好性（秋冬）	植物種
9	アカメガシワ、ヤマグワ、イノコズチ、クズ
8	クスノキ、ムクノキ、ヤマノイモ、ヘクソカズラ、ヤツデ
7	アオキ、エビズル
6	タブノキ、セイタカアワダチソウ、フキ
5	
4	センダングサ
3	トウネズミモチ、エノキ、ヒサカキ
2	スダジイ
1	チガヤ、スイカズラ、ヨモギ、シラカシ、ヤブガラシ、シロダモ
0	ススキ、アズマネザサ
-1	クサギ
-2	ヤブムラサキ、アマチャズル
-3	シュロ
-4	マンリョウ、ガマズミ、モミジイチゴ

ヤギの特性と越冬期の飼料

ヤギは消化管（ルーメン）の微生物と共生しているので、食べたものを微生物が発酵してできた生成物をヤギが吸収する。このためセルロースなどの難分解性

物質を利用できるし、窒素源として化学肥料でもある尿素を利用しセルロース源として木質バイオマスを利用すれば、微生物がアミノ酸を合成しヤギはタンパク質を得ることができる。他の動物では尿として排泄される血液中の尿素を唾液や胃壁から循環させ、微生物によりアミノ酸やタンパク質を合成して再利用できるため (<https://doi.org/10.2508/chikusan.51.347>)、ヤギは窒素不足に耐性がある。

このような特性のため、ヒトやイヌ・ネコの飼育とは違って常に体内の微生物の状態を意識して飼育することが必要になる。食べ物に適した微生物群集ができるまでにタイムラグがあるので餌の変更は少しずつおこなう必要がある。タンニンなどの有害な物質を分解する微生物はアカネズミなどで知られており (<https://doi.org/10.11238/mammalianscience.48.155>)、ヤギもタンニンを分解する微生物が増えることでタンニンを多く含む樹種を無害化して利用できている可能性があるが、この場合も給餌量を徐々に増やしてゆく必要がある。また連続培養システムなので、新しい植物の投入が止まると微生物群集を維持できない。体温も発酵熱でまかなうので発酵が止まると低体温で死亡するリスクがあるため、飢餓や下痢に弱い。

シカは落葉を食べるが (<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118637>)、ヤギも観察すると広葉樹の秋の落葉をよく食べている（嗜好性はササと同程度か）。先述のように窒素源があれば、窒素をふくまない落ち葉もセルロース源として十分に利用できる。ただし粗タンパク質 CP は樹木の葉で 10%程度、タケやササで 6%近くと予想され、採食するのがタケやササ、落葉が中心であれば大豆粕フレークなどの窒素源を補助的に与えた方が良いかもしれない。

暖温帯である横浜国大キャンパスの越冬期の食物はシイ・カシ類、タブノキ・シロダモのクスノキ科、トウネズミモチなどの各種常緑広葉樹のほか、嗜好性値 0 以下のアズマネザサやタケの葉、シュロ、落葉を採食している。ヒノキなど針葉樹の枝葉も食べるので、冷温帯でも針葉樹やタケ・ササの葉、放牧での広葉樹の落葉の採食などで冬期のセルロース源を満たすことができる可能性がある。

タケは嗜好性が低く（ササと同程度）、給餌するには食べやすい高さに保持する必要がある。タケの葉は乾燥すると嗜好性が落ちるので、桿の片側から数カ所ノコギリを入れて茎が切断されないように倒すると生きたまま給餌できる。



マダケの葉を食べる冬のヤギ。枯らさないようにタケを倒しておく

季節と除草対象となる植生

植物の栄養の転流にあわせて除草に適した季節が変わる。また季節に加えて立地の影響もあり、尾根や向陽地などの痩地は秋の栄養の回収が早いため早めの季節が良いかもしれない。なお除草ヤギの需要は夏に集中し、冬はヤギが稼働せずコストをかけて餌で飼養するため、経営面では冬の除草モデルを確立して普及させる必要がある。収益化できなくても常緑のアズマネザサやアオキが繁った植生を借りて放牧することでコスト削減が可能になると思われる。

<春から9月>

- クズやクワ、アカメガシワが生えた藪からクズや陽樹を除去して樹林化を阻止する。生育期の早い季節が有効。
- セイタカアワダチソウやクズ、ススキが生育する草地をシバやチガヤ、矮小アズマネザサなど背の低い植生に誘導する。



春から夏に除草する低木、クズ、セイタカアワダチソウ

<秋10月, 11月>

- ヤマユリなど冬に地上部が枯死する保全対象の植物が生育する里山から、クズなどを除去する。春や夏には希少植物へのダメージが大きいので秋に実施する。
- セイタカアワダチソウやクズ、ススキが生育する草地を、ススキのみが多い植生に誘導することができる。ススキは早春に食べるが秋には食べないので秋に放牧すると選択的に残る。



秋に除草する里山

<冬12月から2月>

- 常緑のアズマネザサやアオキが密生する里山雑木林から、常緑低木層を除去して本来の雑木林に近づける。冬はアズマネザサやタケも食べるが、ヤギにとって餌が単調になりやすいため、高木層のクスノキやカシ類、タブ、スイカズラなどや他の餌を補給する。ヤギの口が届かない高さのアズマネザサは上部の刈り取りが必要かもしれない。ササの背が低いうちに放牧を繰り返すことが望ましい。営業的にはアズマネザサやアオキが密生する藪地の整理を主目的としながら、タブやカシ類、竹林などの除伐や常緑庭木の剪定などとセットすることで飼料購入費用を割り引くサービスが可能かもしれない。
- 状況により餌が少ないと樹皮はぎの被害が発生する。ミズキやマユミ、タブノキなどの若木は樹皮はぎされやすく、クワや大木はされにくい。



冬に除草するササ



同じ場所で冬の除草後の早春の里山植物

<春の発芽期>

- シカと同様に春のヤギは地表近くの植物は採食せず、およそ高さ 20cm 以上の木の枝葉をよく食べる。多年草の若芽は嗜好性が高い種であっても 20cm 以下ではあまり食べない。低木類は秋・冬の嗜好性値とは無関係にほぼ全ての種の若芽を好んで食べる。

- 嗜好性が低いススキは、他の草本に先駆けて地表から 20cm 程度まで葉が伸びた直後で、茎が伸び始める前の 4 月に第 1 回の除草を行うと制御できる。クズも蔓が 20cm 程度に伸び始めた時期に採食させるとその後の蔓の伸びを強く抑制できる。セイタカアワダチソウやヨモギは伸び始めた 15~20cm 程度の高さで茎の先端を食べそろえるため、1 頭のヤギを日中 8 時間 33m² に放牧することで、ミツバツチグリやスミレなど背の低い植物を保全しながら制御できる。



高さがそろったセイタカアワダチソウの食痕 (33m²/ヤギ・日)

- ヤギは地面から伸びた萌芽枝の先端を好む。春の芽だしの季節は多年草の芽出しよりも、位置が高い木本の若芽を好む。ヤギが届く高さの低木層は、秋冬に嗜好性が低かった種も含めて強い食害を受ける。被害を完全に避けることはできないが、食べ残したタケや樹木の枝を保護に使うことも有効。ただし重要な種は網などで防護する。逆にこの現象を利用すると芽出しの時期の放牧でキイチゴ類を容易に抑制できる。なお早春は被食者（植物）と捕食者（ヤギ）の比率として後者が多い状態になるため、被食者（植物）は回復できず裸地化の原因になり得る（生態系の双安定性）。早春の芽出しの時期（横浜では 3 月末から 4 月）は、保全対象の木本種が存在しない場所に放牧地を設置することが望ましい。



ガマズミ（左）とコナラ（右）の食害。タケ枝の下の草本は被害が少ない（右）。

<外来植物を防除するための除草>

- ヤギで除去可能なものは嗜好性が高いセイタカアワダチソウ、ハリエンジュなどマメ科（窒素が多い）や、冬期ではクスノキ、マテバシイなど。ただしアオキやヤツデなどがある場所は、そちらの嗜好性が高いのでマテバシイなどは食べない。トウネズミモチは粗タンパク質が多いが結合タンパク質 BP も多く (<https://doi.org/10.2508/chikusan.88.9>)、下痢しやすいので与える量を少しずつ増やす必要があるが、慣れればシイ・カシ類と同じく冬期の主な飼料として利用できる。
- 落葉植物が消失した冬期は、相対的に嗜好性が高いシイ・カシ類がなければ、シュロもタケやササと同程度に食べる。
- 秋のセイバンモロコシ（青酸）、イヌハウズキやワルナスビなどナス科（有毒）、などはヤギによる除草は困難

放牧環境

緊張したり気が散ると嗜好性の高い植物のみをつまみ食いするだけになる。安心することで嗜好性の低い植物まで採食し、有効な除草ができる。緊張が強い場合は飼育員が付き添って安心させ、摂食させることもできる。

イヌは生物学的にはオオカミなのでヤギは区別できない。大型犬の散歩に出会うと食べられる側の動物であるヤギは極度に緊張するので、犬の飼育者にはヤギから見える範囲に来ないように協力を求める必要がある。野生のタヌキ（イヌ科）は直接危害を与えないが、タヌキのため糞場所や獣道があるような場所はヤギが嫌がる。モニタリングカメラの観察では、ヤギが寝た場所や水飲み容器などにも匂いを嗅ぎに頻繁にタヌキが訪れる。イヌやネコは小型個体でもヤギが緊張する。捕食者（オオカミやヒョウなど）の幼獣と区別できないので警戒するのかもしれない。

プラスチックの包装容器などが風で舞い込むことがある。消化管で発酵させるプロセスの中で、粗大な固形物を前段階に戻す働きがあるため糞に出ずに消

化管内に留まって流れを阻害するため、放牧地を見回って取り除く。

人間がおやつを与えに次々と訪れる場所ではヤギが集中できず、人間が来る方向に走り出すなど集中して除草できないように見える。歩行者が通る道路が見えていると道路方向に振り切ることがあるので、ブルーシートなどで道路を見えなくすることで落ち着くこともある。電気柵のなかではヤギが安心していため、電気柵はヤギが逃げ出さないためでなく人間や他の動物が近づかないために有効と思われる。近隣道路の交通にも緊張し、特に自動車よりもスクーターに反応するように見えた（捕食動物のサイズか）。

冬であっても日中は日陰に座り込んで反芻するので、遊動範囲に木陰を用意する。夜は屋根がなくてもブルーシートの風よけの近くで休みたがる。低温は問題ないが雨を避ける場所を提供するか小屋に戻す必要がある。草地と森林の境の林縁を好むようだ。また歩行できる急斜面を好むので、植物が散生した急斜面でいったん遊ばせると、その後はロープを振り切って走って行こうとすることがある。傾斜45度まで登ることができる。

ヤギは1個体よりも2個体でいると安定する。群れの中の個体の順位に敏感であるため平等に扱う必要がある。群れが大きいと劣位個体の元気がなくなることもあり、群れを分割するなど個体間関係の調整が必要になることもある。個体により性格が異なり、積極的なヌビアン系とおとなしく真面目に採食するザーネン系の2頭はすばらしい組み合わせで、採食圧が偏らず放牧地全面を良く除草した。

放牧方法

<移動>

- 2～3頭のリードを1人でまとめて握り群れとして移動する。人数が多ければ人間のグループが先行して歩き、ヤギが後をついて行くかたちになるとスムーズ。
- ヤギが通った後は箒でフンを拾う。2人のときはヤギ係と箒係を分担し、1人のときはヤギをつないでからフンの確認のため戻る。
- 行き先を決めて一気に進む。ヤギと一緒に忘れ物を取りに引き返すとヤギが混乱する。ヤギが良い方向に行く時はチャンスを逃さないように一気に移動

する。

- 道草を食べさせず、なるべく歩道でなく車道の端を進む(自転車のイメージ)。
- 向かってくる歩行者や通行車両を警戒するので、通行が少ない時間帯がおすすめ。
- 力づくの時は首輪を持って体を密着させて連れて行く。

<柵によって囲む放牧>

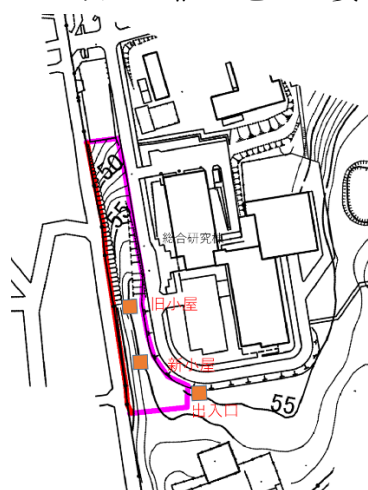
フィールドフェンス(ファームエイジ H1550, 155cm 高)を使い、耐久性より価格を重視して2m 単管を3m ごとに打込み番線でフェンスを結合した。2021年の価格は37,000 円/30m 程度であった。

ヤギは休憩地の周辺に滞在することが多く、滞在時間が長い場所で植物の被食圧(ヤギの採食圧)が高く、窒素の付加も多くなる。なるべく外部の餌を給餌せず、休憩小屋を移動させることで、糞の処理作業を行う必要はなかった。

2022年12月から2023年3月までの冬期4ヶ月間に6頭のヤギで合計5952m²の柵内のササを除草した。冬期は1頭あたり1000m²のササ除草が可能。里山管理や外来種管理のため柵内外の常緑樹の枝葉も与えたが、餌資源として考えると1頭を越冬させるためには最低でも1000m²以上の植生地が必要である。



北門放牧地(4118m²)。

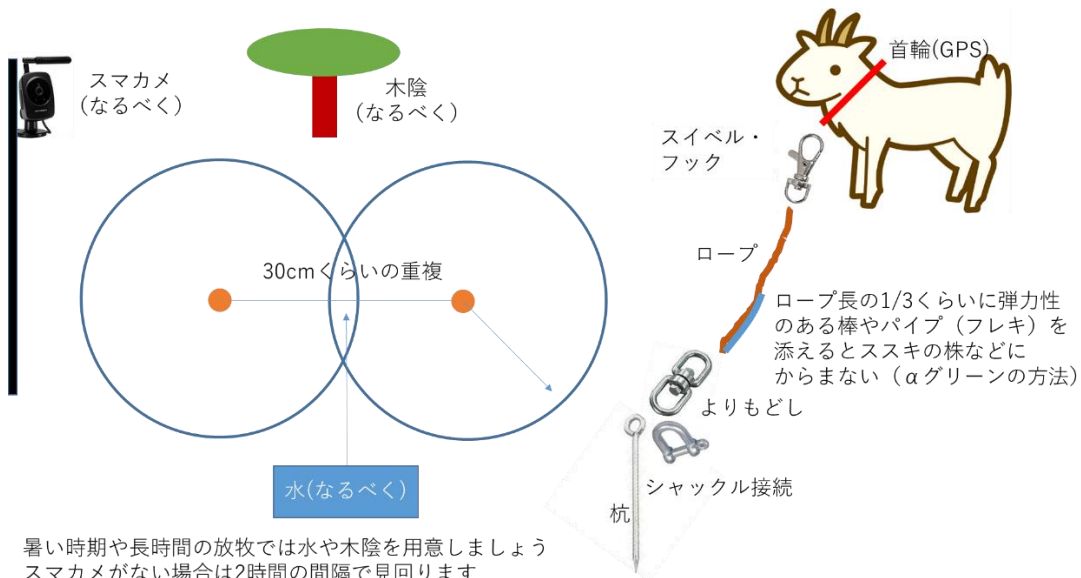


西門放牧地(1834 m²)



< 杭によるつなぎ飼い（αグリーンの方法） >

1本の杭にリードをつないで放牧する。ヤギは2頭いると安定するため行動範囲が重なるようにして飲水や塩を中間におく。近すぎるとリードが絡まるので50cm程度重なるよう杭の距離が重要。スイベルフックは必ずスライド式のものにする。単純な内開きのスイベルフックは2頭のリードが絡んだときヤギが外れる。ヤギが移動できる範囲が狭いので日中の日陰をなるべく確保する。ヤギは1～2日程度で草を食べ尽くすので移動する。

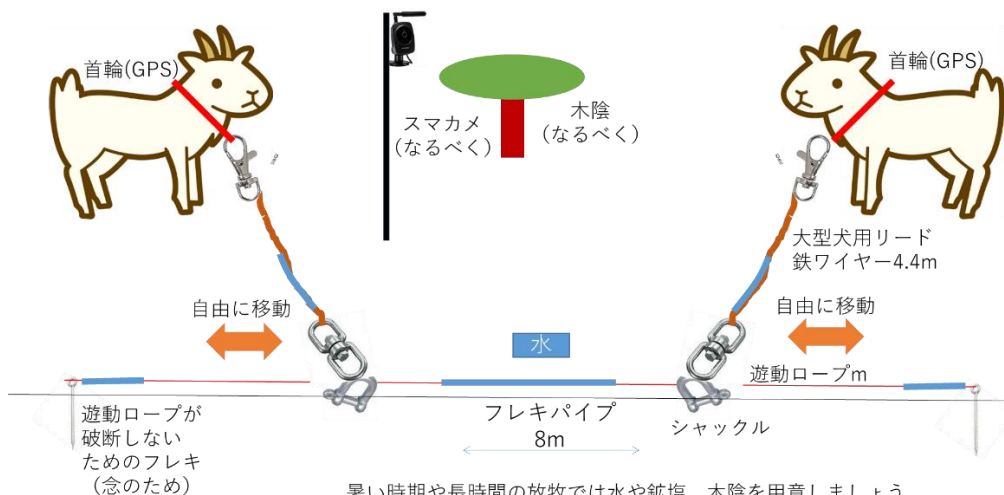




杭(首下 42cm)を打つにはプラスチックのハンマーが便利(左). 杭を抜くには, もう一本の杭を使って抜く杭を土中で回転させ, 土と杭表面の密着を弱めてからまっすぐに引き抜く(右). ヤギは力が強いので十分な長さの杭を使う.

<遊動ロープによるつなぎ飼い(αグリーンの方法)>

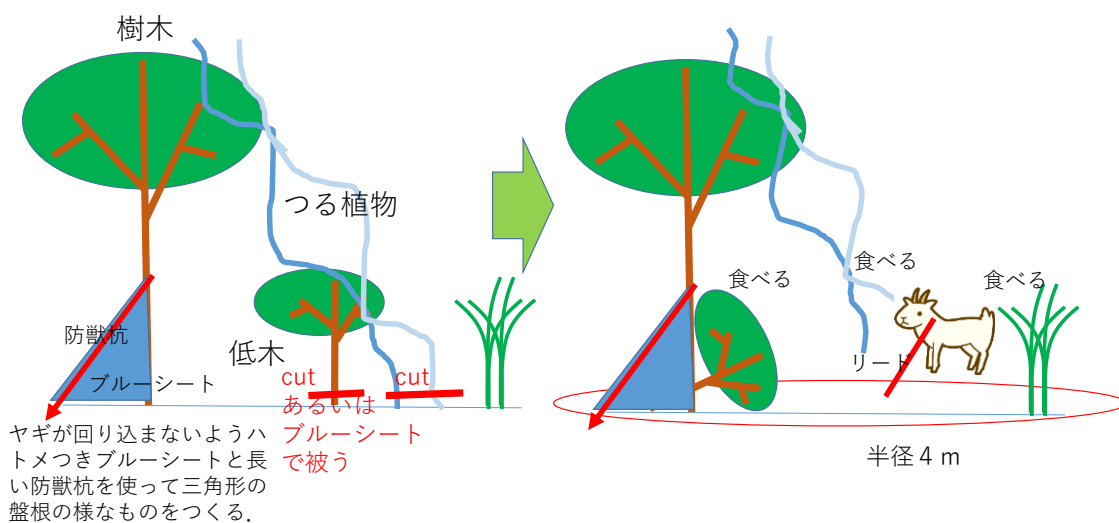
遊動ロープ(太さ 9mm 以上)の上を自由に動けるようにする. 遊動ロープは 30m を超えると中間点での横方向のずれが大きくなるので 30m くらいが現実的. 2頭が絡まないよう 7.5m (リードの重なり 50cm) のエアコン工事用フレキパイプに遊動ロープを中通ししておく. 杭によるつなぎ飼いと比較して, より自由に好みの休憩場所に行くことができる. ヤギは 3 日程度で草を食べ尽くすので遊動ロープを移動する.



暑い時期や長時間の放牧では水や鉱塩, 木陰を用意しましょう
スマカメがない場合は2時間以内の間隔で見回ります

<樹林や藪でのつなぎ飼い>

樹木の幹や、樹冠から地面まで通じた蔓などは、ヤギが周りを歩き回るとリードが絡んでしまう。事前に蔓や低木を切るか、ブルーシートと防獣杭で三角形の盤根のようなものをつくと絡みつかない。この三角形のシートはヤギの休憩場所としても好まれるので、遊動ロープでは2頭がシートの左右で休めるよう設置すると有効である。樹林や藪でのつなぎ飼いではヤギが絡んでいないか定期的に確認する（LTEによるWebカメラも有効）。樹林では柵を設置した放牧が望ましい。



ブルーシート（1.8m×3.6m）の両端に2.1mの防獣杭を結びつけ（右）、樹木の周りに設置する（左）。ただしヤギがシートの下やポールとの間に潜り込まないように注意する。左の写真では遊動ロープが樹木の向こう側に走っている。2頭のヤギは木の両側から回り込んできていて、この場所が休憩場所になる。ヤギは力が強いため樹木がない場所では単管の打ち込みが必要。



Webカメラ(スマカメ2LTE, CS-Q55-LTE)(左).プリペイドSIMを使いLTE携帯電話回線経由でパソコンやスマホからモニタリングする.夜間はモノクロになる(右).

<キャンパスでの通年除草プラン>

今回の結果から,キャンパスで通年除草するプランをたててみた.前述のようにヤギは冬も通して通年レンタルすることでコストが低減する.クズやセイタカアワダチソウ,クワなどの若木が生育する場所は,冬の餌がないため春や夏のみの放牧となる.ササ(アズマネザサ)が茂った地域は冬も通して通年の放牧場所となる.ヤマユリなど里山の植物が生育する場所は,春や夏には食害を避けるため,秋と冬のみ放牧してササを除草する.キャンパス外縁のフェンスは放牧地の防獣フェンスとして利用できるためコストを節約可能.近隣居住者への周知も必要だが除草目的であれば理解されやすい.春の芽出し時期のつなぎ放牧による除草はクズやセイタカアワダチソウの抑制に有効である.ススキを抑制するには4月の早い時期の除草が必要.



- 春・夏のみの放牧.クズやセイタカアワダチソウ,クワ若木など
- 秋・冬のみの放牧.里山特有の植物が生育するため,常緑のササなどを選択的に除草する
- 通年の放牧.保全すべき植物はあまりみられず,冬もササを利用できる

柵を設置して放牧による除草をおこなうことができる面積が大きな地域.

<周知>

事業の意義を説明し、飼育員以外のひとや犬がヤギに近づかないよう周知する。



キャンパスの有毒植物

老練な個体は食べないが、経験の浅い個体は食べて中毒する

ツツジ科
(キャンパス全域)

口から泡を吹いて死にそうになる
キャンパスでは最も危険



アジサイ科 (それほど多くないが随所)

ただし野生のシカはアジサイ類(ガクウツギなど)を食べる



ケシ科



タケニグサ (随所) ナガミヒナゲシ (道路脇)

ナス科



ワルナスビ (都市裏)



イヌホウズキ (随所)



ヒヨドリジョウゴ (図書館前)

キョウチクトウ科 (ガガイモ科)

いずれも近縁。2又の果実をつけてタンポポのように良く飛ぶ種子をつくる



ガガイモ (正門)



キョウチクトウ (YNU不在?)

スイセン (随所)



ヨウシュヤマゴボウ (随所)

Ameriikuma (あおもりくま) - あおもりくま撮影 (オリジナル), CC表示 3.0
<https://ja.wikipedia.org/w/index.php?curid=1858990>による



ヒガンバナ類 (随所. 最近植栽?)



セイバンモロコシ (正門)

春は問題ないが秋に有毒とのこと (aグリーン)



ススキはOK



葉の見た目 (大きさなど) はススキとそっくり、穂が全然違う

そのほかナンテンなども有毒.

参考・引用文献

- Kitahara N, Shibata S, Takahashi S, Nishida T (2002) Utilization and Management of Mulberry (*Morus* sp.) for Forage: 1. Productivity of Mulberry-Pasture Association System. Grassland Science 48: 1- 6
- 小原 嘉昭・新林 恒一 (1980) 第一胃内容除去山羊における血液尿素の第一胃内出現経路とその量的関係. 日本畜産学会報 51: 347-351
- 小池文人 (2001-) 「みんなでGIS」教育・研究・市民アセスメント用空間情報システム. <http://www.minnagis.com>
- Nakahama N, Furuta T, Ando, H, Suzuki S, Takayanagi A, Isagi, Y (2021) DNA meta-barcoding revealed that sika deer foraging strategies vary with season in a forest with degraded understory vegetation. Forest Ecology and Management 484: 118637
- 萬田正治 (2000) 新特産シリーズ ヤギ 取り入れ方と飼い方 乳肉毛皮の利用と除草の効果. 農産漁村文化協会.
- 森田昌孝・吉田宣夫・小山浩正・堀口健一・高橋敏能 (2013) ヤギにおける林地内低木樹葉の嗜好性. 山形大学紀要 (農学) 16: 221-228

- 中西良孝（編）2014 シリーズ<家畜の科学> 3 ヤギの科学. 朝倉書店.
- 塩田幸弘・八代田真人・河村あゆみ・田中正之 2017 動物園で給餌している樹葉の重量推定と栄養含量の季節変化. 日本畜産学会報 88: 9-17
- Shimada, T., Saitoh, T., Sasaki, E., Nishitani, Y. and Osawa, R. (2006) Role of Tannin-Binding Salivary Proteins and Tannase-Producing Bacteria in the Acclimation of the Japanese Wood Mouse to Acorn Tannins. *Journal of Chemical Ecology* 32: 1165–1180.
- Yasuda M, Koike F (2006) Do golf courses provide a refuge for flora and fauna in Japanese urban landscapes? *Landscape and Urban Planning* 75: 58-68.

メンバー

年度	ヤギ部	ヤギ
2022 年度～2023 年度春	飯田, 秋山, 牛坂, 王, 望月, 田島, 森田 S, 森田 K, 池田, 山本, 中村, 萩原, 西, 今武	さんご, いちご, よんよん, 角ちゃん, いーな, ふうた
2021 年度	飯田, 王, 清水, 森川 R, 森川 H, 三上, 加藤, 杉本, 今城, 山本, 千野, 藤森, 渋谷, 萩谷	まる, しろ
2020 年度	今城, アリウン, 鈴木, 安藤, 竹内, 関戸, 川合, 深田, 藤本, 日比野	いそ子, ゆう

連絡先

小池文人 (koike-fumito-nx@ynu.ac.jp)
 横浜国立大学 都市科学部 環境リスク共生学科
 大学院 環境情報学府 自然環境専攻