

舞岡高等学校「生物探究」における生徒の主体的探究

本校は、新学習指導要領(H30)告示に伴い新設された「総合的な探究の時間」の研究指定校に指定されています。また、新学習指導要領の理科科目では全ての科目で「探究」が示されています。本校の3年次生が自由選択科目として受講可能な生物探究(以下、本授業)は、生物学の側面から探究活動を実践することを通して現在、加速度的に変化する「複雑で予想困難な社会」に対し積極的に課題と向き合い、創造するための思考力や表現力を含む技能を育成するための授業として、今年度(H31年度(R1年度))これまで以上に探究の要素を重点化した授業として実施し終了いたしました。本授業は、PBL(ProblemBasedLearning)により、生物や自然環境、人の生活との関りを深く考え探究が進むよう、「ヤギは人類を救えるか」という大テーマを設定しこの大テーマに対し生徒個々が解決に向けた課題設定を行い、仮説を立て計画し実践していききました。時に他者と協力しデータを積み重ね、最終発表では個性ある発表により大きく生徒の成長を感じることができる1年間となりました。以下では、生徒が本授業での探究活動についてまとめた文章を掲載いたします。

ヤギを飼育するにあたり、ヤギの生体提供や貴重な情報、助言をいただいた、日本大学生物資源科学部動物科学科、全国ヤギネットワークの関係者の方々、本校周辺地域の某獣医師さん、某喫茶店のマスターなどなど本当に多くの方々のご協力を頂きました。ここに感謝申し上げます。

令和2年2月

H31年度生物探究授業担当:舞岡高等学校教諭 松井 浩気

ヤギを利用した森林保全と緑化で人類を救えるか

ヤギは人類を救えるかという課題に対し、私は2つのテーマをたてた。1つ目はヤギの羊皮紙で森林保全ができるかというテーマである。羊皮紙とはヒツジやヤギの皮からつくられる紙で、丈夫で普通の紙のように印刷ができるという特徴がある。ヤギの羊皮紙を紙製品に代用ができれば世界で問題になっている森林破壊を少しでも食い止めることができるのでは、と考えた。2017年の世界の紙・板紙の消費量423,272,000トン羊皮紙で補うと寸法19×24cm重さが18gの羊皮紙(フランスエルバン社)が約23兆5100億枚必要になる。羊皮紙の販売店の人からヤギ1頭から生産できる羊皮紙の量は約108gと伺った。上記の消費量を補うには約3兆9100億頭のヤギが必要で1997年のヤギ飼育頭数は全世界で約7億頭であることから、全ての紙製品を羊皮紙で代用することは難しいと結論づけた。トイレットペーパーの芯などの一部の紙製品には代用できるのではとも考えたが、水に弱く、製作期間が約3週間かかる。加えて製作している工房が少ないなどの理由から現在ある紙製品を羊皮紙に代用することも難しく、羊皮紙で森林を保全することは不可能だという結論をだした。

2つ目はサヘル地域(アフリカ北部のサハラ砂漠南縁部)の砂漠化や食糧問題をヤギで解決できるかというテーマだ。サヘルでは家畜として多くのヤギがおり、乳や肉、糞など利用しやすいのではないかと考えた。緑化の活動として京都大学の大山准教授の研究グループが、都市ごみを荒地にまく実験でサヘルの緑化を実現させている。緑化が成功した土地では主食のトウジンビエが育つようになる。この研究によると植物が育つ土地の状態を継続させるためには、家畜の糞を肥料として定期的に供給することが必要である。ヤギの糞はウシの糞より肥料としての効果持続時間が長いことから食料生産や緑化を進めるうえでヤギは有用な存在だと考えた。テーマ1 で探求した羊皮紙は、日本で絵画用キャンバスに加工されている。その価値はキャンバス1つで一家30人分の食料(トウジンビエ100kg)の価値と同等で、サヘルの国々の主要貿易相手国のフランスなどに輸出すれば大きな資金源となることが予想できる。以上からヤギはアフリカなどの貧しい国の人々を救うことができると考えられる。

引用文献: 西アフリカ・サヘルの砂漠化に挑む ゴミ活用による緑化と飢餓克服、紛争予防 (昭和堂)

2020 年 1 月 24 日, 舞岡高校 3 年 K. Y

公立高校におけるヤギ利用についての考察

現在、人類が抱える課題(SDGs)の中に『質の高い教育をみんなに』というものがある。私はこの課題に対し、ヤギを使うことで学校をより良くすることができるのではないかと考えた。ヤギは山岳地帯の岩場を好む種が多く急な崖であっても登ることができ、1 日当たり生草を体重の 15%程食べる。上記の特性からヤギに学校の草刈りをさせることで、除草費用の削減や二酸化炭素の排出を抑えることができると考えた。1 m²の除草につき約 151 円削減したと仮定し、学校内の草刈りを業者に委託している場所にシバヤギ2頭をロープに繋ぎ放牧した。37日間で約 244.95 m²除草したので 36987 円を削減したことになる。この 36987 円が学校のために利用されたとしたら、生徒がより学業に励むための環境づくりに貢献したといえる。また、平面に比べ斜面の方が除草の能力が高く、耕作放棄地や山間部で害獣対策として利用できるのではないかと考えられる。

参考:<https://miraimedia.asahi.com/sdgs-description/>, <https://ja.m.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A4%E3%82%AE>,
https://www.nlb.go.jp/nagano/QandA/QandA_yagihouboku/

2020 年 1 月 25 日, 舞岡高校 3 年 O.C

ストレスを軽減しフンを増やせるかどうか

世界の食糧作物生産可能量のうち約14%(約5千8百万トン)が病害により損失している。^{※1}ヤギのフンを利用する事によって多様な土壌微生物が増え病害菌の繁殖を防ぎ土の状態が良くなることが知られている。^{※23}このことから、日本国内でのヤギの堆肥使用料が増加すれば作物の収穫量が増加するのではないかと考えた。日本ではヤギの個体数が約1万9千頭それに対し牛は約4百万頭と圧倒的に少ない。^{※5}そこでヤギ1個体あたりのフンの排出量(約4~5kg/日)を増やす方法はないか検討することとした。フンを増やすには、腸を活発に働かせる必要があり腸を活発に働かせるには個体にストレスがかからないようにする必要がある。^{※4}ヤギは移動や移動時の植生の変化などがストレスになるが今回は雨に濡れることによるストレスに着眼した。^{※2}そこで、雨天時でもストレスのかからない小屋を製作しフンの量を計測したところ約 4 kg/日と平均と同じくらいの結果となった。次に、小屋にスノコ板を設置し(間接的に濡れることを防ぐ)計測したところ約4kg/日とこちらも変わらなかった。このことから、ヤギの糞排出量は多少のストレスでは影響を受けない事が分かる。飼育環境変化によりストレス受態が大なり小なり、ある程度安定した量のフンが収集できることからフンを利用しヤギは人類を救えると考えた。余談だが小屋は4回作成し廃木材やビニールシートを利用した。2019年は大きな台風が2度襲来した。その際小屋は吹き飛び破壊されてしまったがヤギは大変元気であった。このことからヤギは屋外にて大変飼育しやすい動物であり、飼育数が多くなればより有用であると感じた。

参考:1 エンジョイライフのイーライフ , 2 全国ヤギネットワーク , 3日本植物防疫協会・4grow ricci・5global note

2020年1月29日, 舞岡高校 3年 N.K

山羊肉で肥満の数を減らす

2015年の米医学誌の情報によると、肥満が関与して亡くなった人の数は世界で約 400 万人と多くの人たちが肥満に関与して亡くなっている。山羊肉の栄養分は、普段食べられている豚肉、牛肉、鶏肉よりカロリーやたんぱく質など、食品として大切な栄養素は少ない。しかし、カロリーやコレステロール値がほかの肉より低く、さらにアンセリンという成分が圧倒的に多く、このアンセリンという成分は筋疲労の予防に大きく関与しており、運動しながらのダイエットに利用できるのではないかと考えた。そこで他の肉を代用し、コレステロール値をおさえ、運動しながらのダイエットにより、肥満を低減することはできるのではないかと考えた。山羊肉はとても高価であり、2キロで5580円だったため、今回は一週間のみの実験を行った。実験内容は一週間分の夕食メニューを山羊肉で代用し、自分自身の体重の変化を見ることで検証を行った。またそれと同時に、山羊肉の値段を下げな

くては流通量が上がらないと考え、エサに着眼し「サイレージ」を学校敷地内に生育する雑草で作ることにした。誰でも簡単にエサを作ることができればエサのコストを抑え、山羊肉の値段を下げるができる考えた。ダイエットの結果は、開始2日から5日までに 0.8 kgの体重減となり、狙い通りの数値をえることができた。しかしながら、山羊肉には特有の臭みがあり、様々な方法で臭みを解消し調理できないか試みたが、臭みは消えず、個人差もあると思うが、食べ続けるには少し厳しい部分もあった。サイレージ作りの結果は、今回すべて手作業であったため、時間がかかりかかってしまったことや雑草の均一的な細断や、密閉がうまく行えず白カビが生えてしまい失敗した。機械があれば時間は短縮でき、作り方も簡単なため比較的素人でも簡単に作る事ができると感じた。ただ、一般家庭で必要なエサを作るのにかかる時間、労働力、雑草や面積が必要から、特に都市部においてはエサ作りには困難を極める。双方の結果より、山羊の肉を食す機会が増えれば肥満を減らし平均寿命を延ばすことができるのだが、山羊肉の生産・流通性の面で一般家庭での消費量の増加は見込み難く、山羊肉で人類は救うことは厳しいと考える。

参考:<http://jlta.lin.gr.jp/sheepandgoat/goat/toukei.html>

https://www.amazon.co.jp/s?k=%E3%83%A4%E3%82%AE%E8%82%89&hvadid=386830175667&hvdev=c&jp-ad-ap=0&tag=yahhyd-22&ref=pd_sl_u7hkz5vte_b

2020 年 1 月 29 日, 舞岡高校 3 年 N.K

ヤギ糞を利用した堆肥による小松菜の育成

「ヤギは人類を救えるか」というテーマに対し答えを出すために、まず私は人類を救うためには食料が不可欠であると考えた。その中で堆肥を使った作物の生育に着目し、日本で牛や鶏などの堆肥が利用されているように、ヤギでも同じような利用ができないかと考えた。アフリカの53カ国あるうちの約34カ国の発展途上国の地域ではヤギを重要な家畜として利用している記述は見られたが、フンの堆肥利用に関するデータがみられなかった。もし、ヤギのフンが堆肥利用できるのであれば、ヤギを多く飼っている、栄養に乏しい土地の地域で作物を育てるために利用できる。そこで、市販されている牛糞堆肥などと同じように、ヤギのフンを発酵させたものを使用して、牛糞と豚糞との比較、対照実験を行いヤギのフンが堆肥として利用できるかを調べた。育てる作物は、作物の成長に関する数値や CN 比を調べ、ヤギのフンで育成しやすいコマツナとし、一か月間各々の堆肥で育ったコマツナの背丈と株の数を記録し比較する。牛糞堆肥(小野ファーム・牛糞堆肥)、豚糞堆肥(北見畜産・豚糞肥料)、ヤギ糞堆肥(密閉空間に入れて屋外で1か月程度嫌気性発酵させたもの)の3つを土と1:1で混ぜたものと比較のため培養土(タキイのタネ・培養土)のみを使用したものの4つで比較実験を行った。その結果、牛糞の最大の背丈が 2.7cm で合計 4 株、豚糞の結果は、最

大の背丈が 2.1cm で合計3株、ヤギ糞の結果は最大の背丈が 4.2cm で合計4株、培養土のみのも
のの結果が最大の背丈が 3.8cm で合計4株であった。この結果より、ヤギ糞堆肥を使用したものが
1か月後には最も背丈が大きく、株の数が多かった。このことから、ヤギのフンは牛糞と同等以上の
堆肥としての利用価値があると考えられる。よって「ヤギは人類を救えるか」というテーマに対し、堆
肥利用という観点で、ヤギが多く飼養され、栄養の乏しい土地では「救える(食料自給率の向上が
可能)」と考えた。今回の検証では、作物の種類や植え付け量も少なく、数値に偏りが出た可能性
も否定できない。今後、サンプル数を増やすことで信憑性のあるデータを取りたいと思う。

参考: 全国山羊ネットワーク(<http://japangoat.web.fc2.com/goat5.html>)

アフリカの現状と日本の対アフリカ政策(https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/africa/monitor__shiryo.html)

ヤギ糞の嫌気性発酵処理における発酵特性と消化液の利用(<https://www.jstage.jst.go.jp>)

2020 年 2 月 4 日, 舞岡高校 3 年 K.I

ヤギ糞燃料で人類は救えるか

電気やガスが十分に普及していない南アジアの農村部や、インドのラージャスターン州周辺に
は、可燃燃料として利用されている「牛糞ケーキ」というものがある。これは牛糞を円盤状に整形し
てから乾燥させることで作ることができる。乾燥させる前にコムギやトウモロコシの茎などの作物残渣
や水と混合する場合もあり、作物残渣を多く含むと火力が高くなるが短時間で燃え尽き、含まない
ものは弱火で長時間燃え続ける。ヤギ糞は牛糞と成分が近いことから(※1)、ヤギ糞でも牛糞と同
じような燃料ができるのではないかと考えた。ヤギ糞が燃料として利用できるかを確かめるため、ヤ
ギ糞を混合させたロウソク(蠟 8g、ヤギ糞 2g)と、混合物のないロウソク(蠟 10g)を作製。それらを着
火し、時間を計測した。サーマル機能のあるカメラを所持していなかったため、明るさについては目
視で比較することにした。結果、通常のロウソクは 32 分で燃焼しきったのに対し、ヤギ糞燃料入り
のロウソクは 58 分燃焼した。これにより、ヤギ糞が燃料として機能していることがわかる。しかしヤ
ギ糞入りロウソクの火の明るさは、半径 5cm 以内の文字も読めないほどに弱かった。これは、ロウソク
の芯が蠟を吸い取る量を、ヤギ糞によって抑えられていたためだと考えられる。災害が原因で停電
になった際、光源としてロウソクの利用価値が高まる。ヤギ糞入りロウソクが光源として利用されれ
ば、停電時の暗闇を通常のロウソクよりも長時間照らすことができる。ただし、本実験にて暗闇の中
生活できるほど十分な光量は認められなかったため、まだまだ火力を上げるための検討が必要で
ある。また、糞を混合しているため臭いの問題を懸念していたが、使用中の臭いに問題はなかつ
た。通常のロウソクが少し焦げ臭いのに対し、ヤギ糞入りロウソクは糞中のスカトールやインドールと
いった成分が作用し、草木の甘い香りを放っていた。これらの成分は香水などにも利用されてお

り、ごく薄めると花の香りを放つ。この性質を利用して、ヤギ糞入りろうそくで照度の高いアロマキャンドルを作ることができれば、電気の普及していない国、地域の人々を豊かにしたり、災害時の非常利用として使用され、「人類を救う」というには大袈裟だが、人類の発展に貢献できるのではないかと考えた。

参考

1:https://www.jstage.jst.go.jp/article/jals/25/2/25_53/_pdf

2:<https://www.google.co.jp/amp/s/sirabee.com/2015/07/22/41644/amp/>

2020 年 2 月 13 日, 舞岡高校 3 年 G.K