

平成18年度
霧多布湿原学術研究

湿原植物による酪農雑排水の水質浄化

報 告 書

平成19年3月

浜 中 町 商 工 観 光 課

酪農学園大学大学院酪農学研究科
客員助教授 猫本健司

浜中町長 様

猫本 健司

酪農学園大学大学院酪農学研究科客員助教授
日本畜産技術士会専門主査・技術士(農業部門)

株式会社 **OR畜産技術研究所**

〒080-0028 帯広市西18条南1丁目14-52

tel.0155-33-1500 fax.0155-33-2672

この度、ご助成を賜り随行した「平成18年度、湿原植物による酪農雑排水の水質浄化」につきまして、業務が終了いたしましたので、ご報告いたします。

平成19年3月

目 次

| | |
|----------------------------|----|
| はじめに | 1 |
| ヨシの人工湿地による搾乳関連排水の浄化と環境教育 | |
| 1 背景と目的 | 2 |
| 2 方法 | 3 |
| (1) 調査対象地の概況 | 3 |
| (2) 調査対象 | 3 |
| (3) 人工湿地の概要 | 4 |
| (4) 植物の選定 | 5 |
| (5) ヨシの定植方法 | 5 |
| (6) 生育調査方法 | 6 |
| (7) 水質、植物体、土壌分析項目と方法 | 6 |
| (8) 環境教育 | 7 |
| 3 結 果 | 8 |
| (1) 研修牧場における生育状況 | 8 |
| 1) 2005年の生育状況 | 8 |
| 2) 2006年の生育状況 | 9 |
| (2) 生育調査(研修牧場) | 10 |
| (3) 土壌による浄化効果(研修牧場) | 11 |
| (4) 植物体による浄化効果(研修牧場) | 11 |
| (5) 水質分析結果(研修牧場) | 12 |
| (6) A牧場における生育状況 | 14 |
| (7) 環境教育 | 15 |
| 4 考 察 | 19 |
| 5 要 約 | 20 |
| 参考文献 | 22 |

はじめに

浜中町農業協同組合では、現在酪農業で問題となっている「搾乳関連排水」と呼ばれる牛乳処理室やミルクパーラーからの汚水処理対策を、全組合員を対象として近年中に実施する計画がある。これを受け、本業務では、湿原地帯である浜中町らしい処理方法のひとつであり、実際の酪農現場で導入しやすいシステムとして、ヨシを用いた人工湿地の造成と、人工湿地による水質浄化を検討したものである。

本業務は酪農学園大学酪農学部家畜管理学研究室ならびに霧多布湿原センターと共同で遂行した。本報告書は同研究室の高沢依公子氏の2005年度卒業論文「ヨシを用いた人工湿地の造成と酪農雑排水の浄化」ならびに占部康浩氏の2006年度卒業論文「ヨシの人工湿地による搾乳関連排水の浄化」から再編したものである。

また、本業務の遂行にあたっては、JA浜中町の方々をはじめ、酪農学園大学干場信司教授および学生のみなさま、九州産業大学内田泰三助教授、霧多布湿原センター河原淳氏、高井文子氏ならびに北海道農業研究センター長田隆氏、森岡理紀氏に多大なご協力を頂いた。さらに、財団法人北海道科学技術総合振興センターならびに浜中町の霧多布湿原学術研究助成を受けて実現した。

なお、搾乳排水は「パーラー排水」と呼ばれることが多いのだが、今対策が必要なのはミルクパーラーからの汚水だけでなく、つなぎ飼い牛舎に併設される牛乳処理室の排水も含まれる。このため、2006年11月に浜中町で行われた農水省の畜産環境整備技術調査検討委員会では、JA浜中町の意見をもとに検討した結果、牛乳処理室やパーラーからの排水を総称して「搾乳関連排水」と示すことを決めた。本報告でも昨年度は「酪農雑排水」と記述していたが、今年度から「搾乳関連排水」に統一している。

ヨシの人工湿地による搾乳関連排水の浄化と環境教育

1 背景と目的

水は私たちの日々の生活に切っても切り離せないものである。日本は水資源に恵まれた国であり、蛇口から出る水をそのまま飲む国は全世界を見てもそう多くはない。しかし近年、家畜排せつ物から生じた硝酸性窒素による地下水汚染が数々報告されている(例えば志賀、2004)。さらに、排水にはクリプトスポリジウムや大腸菌などが含まれている場合もあり、それらの病原菌による集団感染が起こらないとも限らない。

平成16年に「家畜排せつ物法」が適用され、牛舎周辺からの汚水流出はかなり減少してきた。しかし、搾乳関連排水については実質的な規制はまだないため、多くの酪農場では、牛乳処理室やミルクングパーラーで日々発生する汚水を環境に流している。その汚水にはパイプラインやバルククーラーの残乳や強アルカリ・強酸性の洗剤を含む洗浄水のほか、事例によっては搾乳中に排泄されるふん尿や廃棄乳などが少なからず混入する。

ふん尿が混じる高濃度な搾乳関連排水の処理方法として、膜分離活性汚泥法、オゾン処理法、電気分解法、凝集剤の利用などの研究が進められている(例えば高橋、2003)。しかし、膜分離のような高度な処理はコストが高く手間がかかり、低濃度な排水処理には向かない(猫本、2005)。そこで本業務では、湿原地帯に属する浜中町らしい方法の一つであり、実際の酪農現場で導入しやすい低濃度な排水向けのシステムとして、複雑な技術を要せず短期間(3ヶ月程度)でヨシ群落を作成できる稈敷設法(かんふせつほう)を用いた、人工湿地の造成と水質浄化を検討している。

昨年度に造成した浜中町農協就農者研修牧場(以下、研修牧場)の人工湿地では、稈敷設法を用いてヨシの定植が可能であることが確認できた。しかし、まだ1年目であるため水質浄化については明確な結果を得ることができなかった。そこで今年度は、2年目の人工湿地におけるヨシの生育や水質浄化を検討するとともに、同町のA牧場内に新たな人工湿地を現地の小学生とともに造成し、総合学習を通じて環境問題について理解を深めた。

2 方法

(1) 調査対象地の概況

浜中町は太平洋に面した釧路支庁管内の東端に位置しており、酪農業だけでなく漁業も盛んな町である。年間の平均気温は5.8[℃]と低く、1年を通して冷涼な気候である。春から夏には太平洋岸特有の霧が多く発生し、日差しのさえぎられる日が多い。また、湿原地帯としても有名であり、ラムサール条約に登録されている霧多布湿原は2004年に北海道遺産に選定された。環境への影響を極力抑えた自然と生活・産業の調和したまちづくりを目指している。

(2) 調査対象

調査対象は浜中町農協就農者研修牧場(2005年)と同町のA牧場(2006年)に稈敷設法で造成した、搾乳関連排水を浄化するための人工湿地(2m×18m)である。

研修牧場は新規就農を目指す人が酪農の技術を習得するためにJAが運営しており、飼養頭数は経産105頭、フリーストール牛舎、パーラー搾乳方式をとっている。1日約3m³の搾乳関連排水が排出されており、一度ため池に貯留された後、人工湿地に流入している。人工湿地には約42m³の排水を貯留することができ、試験区、対照区(ヨシなし)の両方へ均等に流入する構造になっている(図1、3)。



図1 浜中町農協就農者研修牧場

A牧場は搾乳頭数43頭のつなぎ飼育牛舎－パイプライン搾乳方式であり、3槽越流式沈殿槽を備え、さらに人工湿地を造成した。1日約0.4m³の搾乳関連排水が排出され、排水には少量の廃棄乳が混入する(図2)。



図2 A牧場

(3) 人工湿地の概要

人工湿地(図3)の大きさは、横2m縦18m深さ1mであり、排水の地下浸透を防ぐためビニルシートで底を覆い、その上に土壌が50cm程度入っている。研修牧場では二列造成して一方を対照区(ヨシなし)とし、試験区、対照区ともに4.5m間隔で3つの採水管を設置している。採水管の土壤に埋め込まれた部分は網状であり、土中の水を採水することができる。



図3 研修牧場の人工湿地

冬期間の使用に備えて、人工湿地からの排出口は高さの異なる2箇所(底より60cmと80cm)に設置している(図3)。夏期は低い方の排出口より排水させ、冬期は夏期に使用した排出口を

塞き止めて水面を上昇させ、高い方の排出口より排水させる。水深を深くすることで凍結を防ぎ通年使用を可能としている。夏期の水深は約10cm、冬期の水深は約30cmになる。



(4) 植物の選定

定植させる植物の条件として、水に強いこと、手に入りやすいこと、そして、気象条件の厳しい浜中町においても生育が可能であることが挙げられる。本業務では、浜中町に多く自生しており、抽水植物であり、水質浄化効果が期待でき、緊縛作用が強く、多年生である「ヨシ」を選定している。ヨシは、北海道から沖縄まで幅広く分布している耐寒性に優れた植物である。イネ科に属し、地下茎や茎は水生昆虫や魚、鳥の生活や産卵の場となっている。種子だけでなく、地下茎でも繁殖し、地下茎によって増えた芽のことを「分けつ」という。冬の間は種子や地下茎の状態で休眠する。

(5) ヨシの定植方法

本研究で用いた稗敷設法は地上茎(稗)を地際から刈取り、水に浸漬する内田ら(2001)が開発した新しい方法である(図4)。種や苗からヨシを育成するには3~4年程の歳月がかかり、苗代も高額となるため、一般的な農家で導入することは難しい(表1)。一方、稗敷設法では既存群落にほとんどダメージを与えることなく、さらに短期間でヨシ群落を新規に創出できる。外部から種や苗を持ち込むことなく地元の郷土種を利用できるため、外来種問題も生じない。

表1 稗敷設法と他方法の比較

| | コスト(円/株) | 年数 |
|---|----------|----|
| 苗  | 400~500円 | 2年 |
| 種  | 3円 | 4年 |
| 稗敷設法 | 0円 | 1年 |

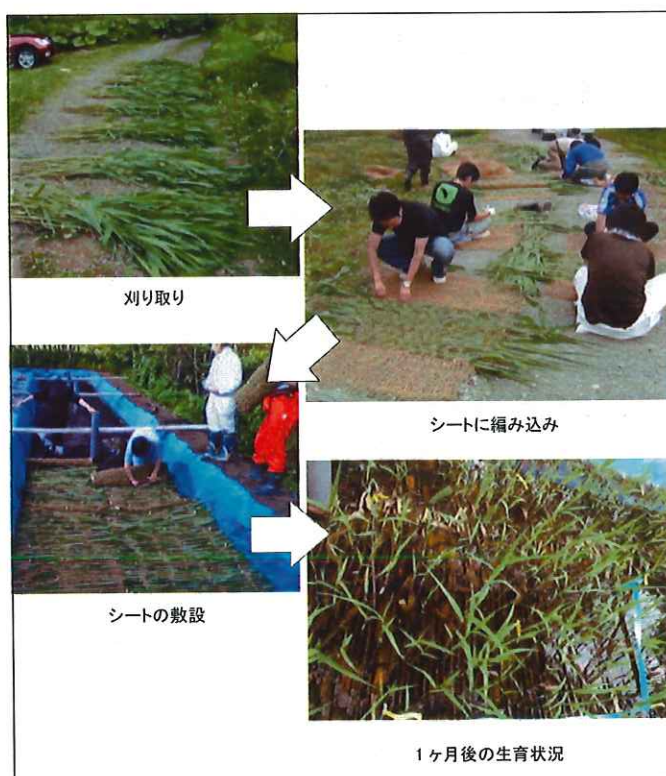


図4 稗敷設法によるヨシの定植と生育

研修牧場では2005年7月16日に、A牧場では2006年7月18日にヨシの定植を実施した。

(6) 生育調査方法

生育調査は2006年6月25日から10月15日まで、月2回行った。ただし8月後半は天候等の関係で実施できなかった。調査項目は、1㎡あたりの茎数と草丈とし、調査地点は投入口側、中央付近、排出口側の3カ所とした(図5)。茎数については分けつが見られる場合はそれらをまとめて1本とし、草丈は各区

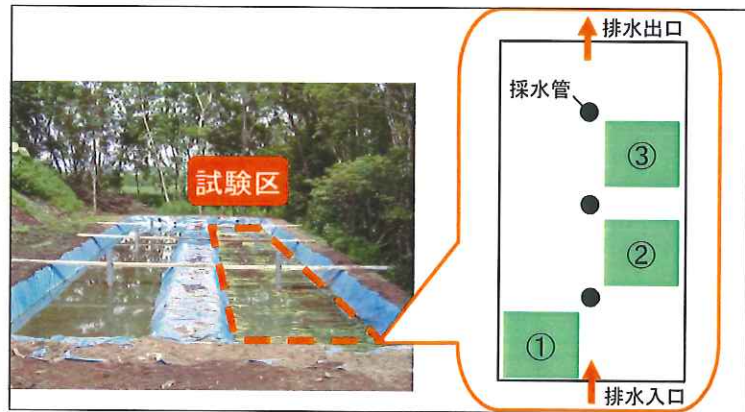


図5 生育調査の位置

内で最長の3本を計測した。なお、A牧場では水深が不安定な上、1年目で草丈が低く正確な計測ができないため、今年度は測定を行っていない。

(7) 水質、植物体、土壌分析項目と方法

研修牧場では、水質や植物体ならびに土壌の分析を行った。サンプルの採取は7月中旬と9月下旬の計2回行い、結果は2回の平均で表した。調査対象は排水、植物体茎葉部、植物体根部および表層土壌とし、試験区、対照区ともに投入口側、中央付近、排出口側からそれぞれ採取した。また、4.5mおきに設置されている採水管から地中水を採水した。

分析項目と方法は下記のとおりである。

(水質分析項目)

| | |
|-----------------|---------------|
| 水素イオン濃度(pH) | JIS K 0102 12 |
| 生物化学的酸素要求量(BOD) | JIS K 0102 17 |
| 化学的酸素要求量(COD) | JIS K 0102 21 |
| 浮遊物質(SS) | 下水試験方法 |
| 全窒素(T-N) | JIS K 0102 45 |
| 全リン(T-P) | JIS K 0102 46 |

(植物体分析項目)

| | |
|----------|----------------|
| 全窒素(T-N) | 湿式分解-インドフェノール法 |
| 全リン(T-P) | 湿式分解-トルオーグ法 |

(土壌分析項目)

全窒素(T-N)

ケルダール分解(ガンニング変法)ーインドフェノール法

全リン(T-P)

湿式分解ートルオーグ法

(8) 環境教育

浜中町の酪農地帯にある茶内第三小学校で、ヨシによる水質浄化の調査を通じて、身近な地域環境に関心を持ち、酪農業で問題になっている搾乳関連排水について、子どもの立場から考える機会を与えることを目的に実施した。

霧多布湿原センターと協力して、2006年7月18日と9月7日に総合学習授業の一部として実施し、7月18日には前日刈り取ったヨシをシートに編み込んで学校敷地内の水場とA牧場の人工湿地にそれぞれ設置した。9月7日には、人工湿地内で生育したヨシの成分分析のための刈り取りを行った。また、種子からの成長と、稈敷設法(刈り取ったヨシの側芽からの栄養繁殖)による成長を比較するために、児童が一人ずつ種子をプラスチックポットに植え、その後の発芽や生育の状況を観察した。

3 結果

(1) 研修牧場における生育状況

1) 2005年の生育状況

研修牧場の人工湿地における、昨年の2005年の生育状況を図6に示した。側芽数は10月上旬まで、草丈は9月下旬まで増加が見られ、最も伸長した個体は92cmにまで達した。各区における伸長した側芽数の平均は126本であり、編みこんだヨシ程1本あたりに換算すると、1本から2.8本の幼苗が発生したことになる。



7月16日



7月16日



8月10日



9月25日



10月24日

図6 2005年の生育状況(研修牧場)

2) 2006年の生育状況

2006年の生育状況を図7に示した。茎数、草丈とも昨年を上回る増加となり、順調な生育であった。



6月 2日



6月25日



7月10日



8月10日



9月26日



10月15日

図7 2006年の生育状況(研修牧場)

(2) 生育調査(研修牧場)

各調査区画における茎数の推移を図8に示した。9月中旬まで茎数は増加し、最大の区画で395本に達した。8-9月にはすべての区画で茎数は200本以上となり、3区画の平均値では最も多いときで332本であった。

茎数の最も多い時期は2005年が10月中旬、2006年は9月中旬であり、2年目の方が1ヶ月ほど早まった。分けつの計測方法が異なるため昨年と今年の茎数を比較することはできない(図9)。

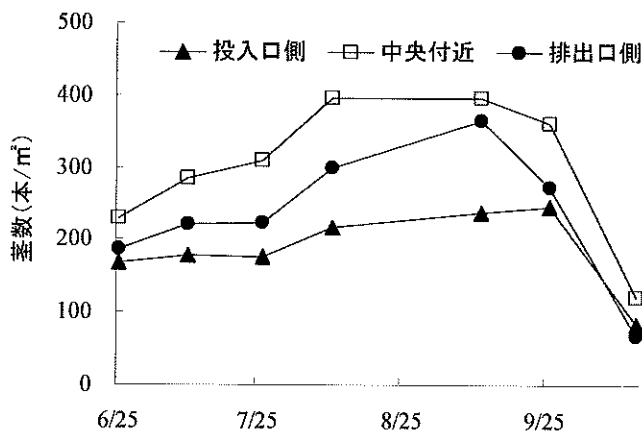


図8 区画毎の茎数の推移(研修牧場、2006年)

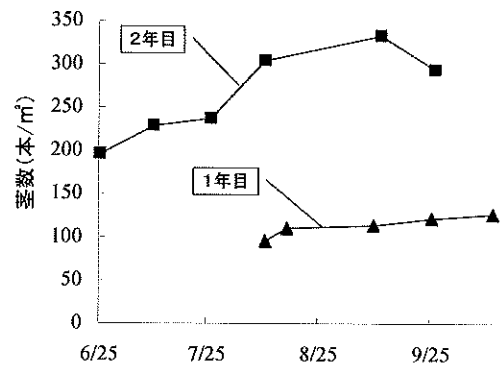


図9 平均茎数(2005~06年)

各区間における草丈の推移を図10に示した。8月中旬まで草丈の伸長が見られ、最も草丈の伸長した個体では192cmであった。3区画における平均値では最も長いときで183cmとなった。

草丈が最も長くなった時期は2005年が9月中旬、2006年は8月中旬であり、茎数と同様に2年目の方が1ヶ月ほど早かった。また、3区画の平均草丈では1年目の約2倍となった(図11)。

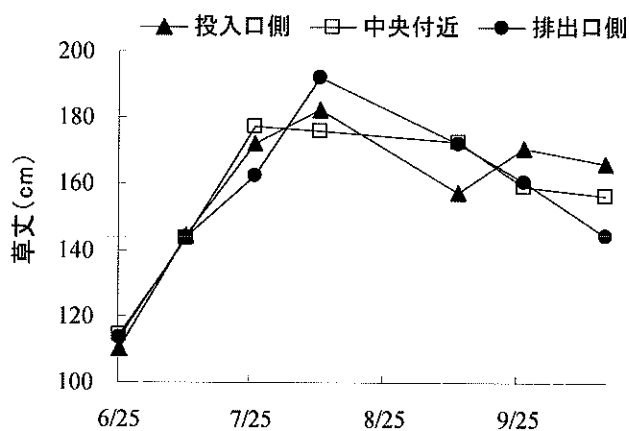


図10 区画毎の草丈の推移(研修牧場、2006年)

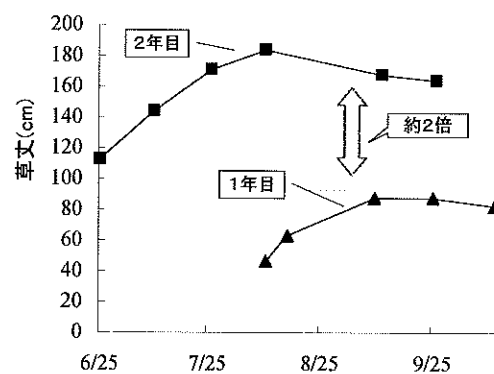


図11 平均草丈(2005~06年)

以上のように、昨年度と比較すると草丈が約2倍、茎数もかなりの増加となり、順調な生育を確認することができた。

(3) 土壌による浄化効果(研修牧場)

土壌中のT-Nを図12に、T-Pを図13に示した。

試験区のT-Nは投入口側・中央付近・排出口側の順にそれぞれ1.17、1.21、1.33[g/100g-dry]であった。対照区では同様に1.33、1.42、1.09[g/100g-dry]であり、試験区との間に大きな差は認められなかった。昨年度は最も高い箇所でも0.373[g/100g-dry]、最も低い箇所でも0.035[g/100g-dry]であり、今年度の土壌のT-N吸着量は昨年度の4~36倍となった。

試験区のT-Pは投入口側、中央付近、排出口側の順にそれぞれ0.25、0.80、1.26[g/100g-dry]となり、排出口に向かってPの吸着が高まる傾向となった。しかし対照

区では同様に0.53、0.38、0.37[g/100g-dry]となり、区画による著しい差は見られなかった。昨年度の分析結果では最も高い箇所でも0.0082[g/100g-dry]、最も低い箇所でも0.0029[g/100g-dry]であり、今年度の土壌のT-P吸着量は昨年度の29~130倍となった。

昨年度と今年度の土壌の成分吸着量の差が大きいことから、人工湿地は大きな沈殿槽のような役割を果たしていると言える。このことから湿地のみでも一定の浄化効果が期待できると考えられる。

(4) 植物体による浄化効果(研修牧場)

ヨシ茎葉部に含まれるT-Nは投入口側・中央付近・排出口側の順にそれぞれ1.60、1.59、1.49[g/100g-dry]であった。T-Pは同様に0.31、0.32、0.32[g/100g-dry]であった。これらの値にヨシの収量を乗じて、ヨシの茎葉部が吸収した成分量を算出してみた。

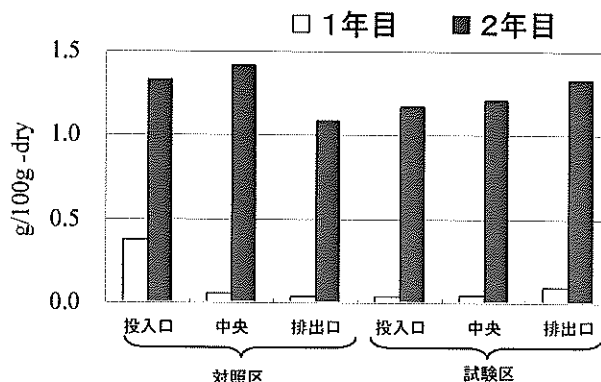


図12 土壌に含まれるT-N (研修牧場、2005-6年)

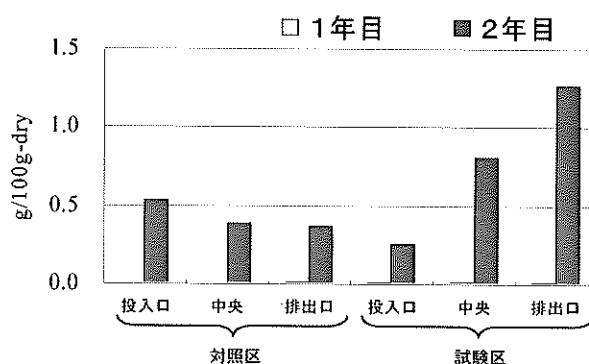


図13 土壌に含まれるT-P (研修牧場、2005-6年)

1年間に人工湿地に流入するT-N、T-Pの総量と、植物体茎葉部の吸収量の総量を表2に示した。ヨシの茎葉部はT-N流入量の32.8%、T-P流入量の4.3%を吸収していた。なお、ヨシ根部も成分分析はしていたが、重量が分からなかったため吸収率を求めることはできなかった。

植物体茎葉部の結果から、土壌に溜まったT-N、T-Pをヨシが吸収し固定することになると考えられる。つまりヨシを定植している方が湿地を長期間使用できるのではないかとということが考えられる。

表2 ヨシ茎葉部が吸収した成分量（研修牧場、2006年）

| | 年間流入量 | 年間吸収量 | 吸収率 |
|-----|-------|-------|------|
| | g | g | % |
| T-N | 3,100 | 1,000 | 32.8 |
| T-P | 4,800 | 200 | 4.3 |

(5) 水質分析結果(研修牧場)

表層水の分析結果を表3に、土中水(採水管)の分析結果を表4に示した。表層水に関してはヨシ圃場前のため池のT-Pと試験区の投入口側のT-Pが基準値を超えていた。他はすべて基準値を満たしていた。

表3 表層水の分析結果(2回の平均、研修牧場、2006年)

| 表層水 | pH | SS | BOD | COD | T-N | T-P |
|------------|---------|------|------|------|------|------|
| | | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l |
| 基準値(日間平均) | 5.0~9.0 | 150 | 120 | 160 | 60 | 8 |
| 対照区投入口側 | 7.2 | 5.0 | 13 | 50 | 10 | 6.2 |
| 対照区中央付近 | 7.6 | 3.1 | 25 | 34 | 7.2 | 3.2 |
| 対照区排出口側 | 7.4 | 2.9 | 8.3 | 35 | 6.2 | 3.0 |
| 試験区投入口側 | 7.0 | 30 | 18 | 53 | 192 | 13 |
| 試験区中央付近 | 7.1 | 8.9 | 32 | 36 | 142 | 5.2 |
| 試験区排出口側 | 7.3 | 1.9 | 11 | 30 | 11 | 4.1 |
| ため池(ヨシ圃場前) | 7.2 | 5.4 | 15 | 30 | 5.6 | 8.7 |

土中水(採水管)はヨシ圃場前のため池のT-Pと対照区の投入口側のT-Pが基準値を超えていた。その他はすべて基準値を満たしていた。

表4 土中水(採水管)の分析結果(2回の平均、研修牧場、2006年)

| 採水管 | pH | SS | BOD | COD | T-N | T-P |
|------------|---------|------|------|------|------|------|
| | | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l |
| 基準値(日間平均) | 5.0~9.0 | 150 | 120 | 160 | 60 | 8 |
| 対照区投入口側 | 7.3 | 4.3 | 3.3 | 23 | 6.9 | 15 |
| 対照区中央付近 | 7.4 | 7.4 | 2.8 | 30 | 1.2 | 6.9 |
| 対照区排出口側 | 7.2 | 1.7 | 2.1 | 23 | 12 | 1.0 |
| 試験区投入口側 | 6.9 | 4.0 | 7.0 | 17 | 2.3 | 2.4 |
| 試験区中央付近 | 6.9 | 3.2 | 4.2 | 13 | 1.0 | 0.74 |
| 試験区排出口側 | 7.2 | 13 | 7.1 | 30 | 2.3 | 1.9 |
| ため池(ヨシ圃場前) | 7.2 | 5.4 | 15 | 30 | 5.6 | 8.9 |

水質に関しては対照区、試験区に明確な差は見られなかった。この原因は流入する排水が基準値以下であったことや、使用開始2年目では人工湿地本来の機能というよりも、大きな沈殿槽的な役割を果たしているからであると考えられる。

(6) A牧場における生育状況

A牧場における人工湿地の生育状況を図14に示した。A牧場では昨年の研修牧場に比べて、特に側芽からの発芽が遅く、その後の成長も比較的悪かった。その理由として、水深が不安定であることと、廃棄乳により白濁していたことで、発芽時期に日光が排水中を透過できず、側芽の発芽と初期の生育が妨げられたと考えられる。水面に発生した膜状の混濁物質も初期生育を妨げる原因となっていた。



7月18日



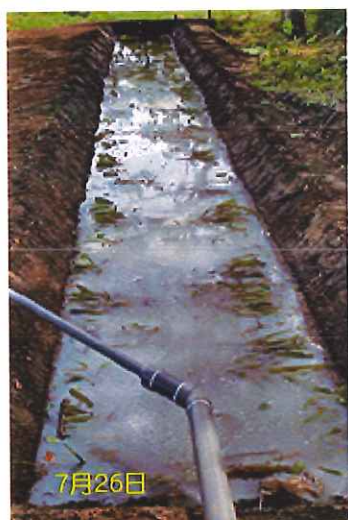
8月10日



9月26日



10月15日



7月26日



9月26日



10月15日

図14 A牧場における生育状況

(7) 環境教育

霧多布湿原センターの協力により実施した環境教育の1回目は、7月18日に茶内第三小学校の総合学習の時間を利用して行った。全校児童7名の他、霧多布湿原センターの学芸員、北海道農業研究センターの研究員、JA浜中町の職員ならびに酪農学園大学の教員と学生らが参加し、9:30~12:10の間で行われた。

図15は酪農学園大学の学生らが手作りの紙芝居（図18）で児童に説明をしている状況、図16は大学生らの指導で小学生がヨシをシートに編み込んで校庭内の水場へ設置している様子、図17は小学校に近いA牧場で編み込んだシートを人工湿地に設置しているところである。

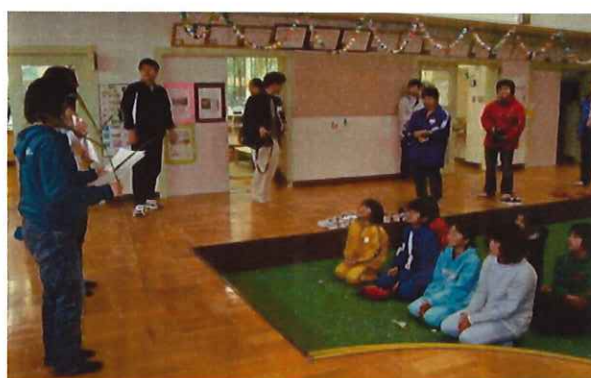


図15 大学生による手作り紙芝居授業



図16 ヨシの編み込みと校庭内の水場への設置



図17 A牧場の人工湿地へヨシを定植している状況



図18 7月18日の総合学習で用いた手作り紙芝居

なお、担任の先生の指示により、校庭内の水場に設置したヨシの生育観察が、小学生の夏休みの宿題となった。その一方で、児童は一人ずつ、市販の種を用いてヨシのポット栽培を行って



図19 種から育てて観察したヨシ

いた(図19)。種は外部でつくられた外来種である上、成長に数年の歳月がかかる。

児童らは、校庭のヨシ(地元の郷土種)と種からのポット栽培それぞれの成長速度の違いなどを観察しながら、植物が成長する機序や外来種問題などについて学んだ。

2回目の環境教育は9月7日に実施した。九州産業大学から特別講師を招き、霧多布湿原センターやJA浜中町の職員をはじめ、酪農学園大学の教員と学生らが参加し、9:30~12:10の間で行われた。

図20はこの環境教育の主題材となっている稗敷設法を発案した九州産業大学の内田助教授らがクイズなどを交えながら講義を行っている状況、図21はA牧場で成長したヨシの分析用サンプルを児童一人一人が自ら採取している様子である。

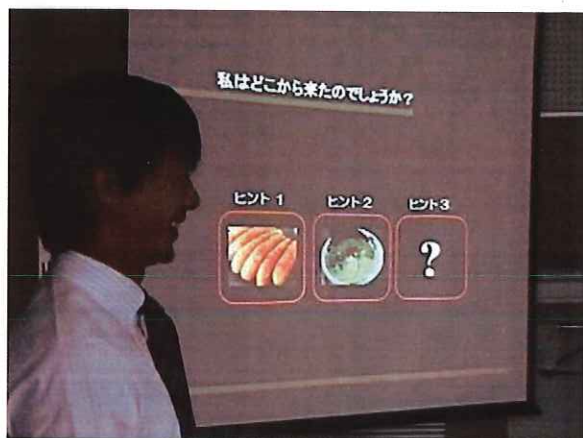


図20 九州産業大学の教員らによる授業



図21 A牧場および小学校校庭におけるヨシの刈り取りの様子

5 要 約

湿原地帯に属する浜中町らしい方法の一つであり、実際の酪農現場で導入しやすい低濃度な排水向けのシステムとして、複雑な技術を要せず短期間(3ヶ月程度)でヨシ群落を作成できる稗敷設法(かんふせつほう)を用いた、人工湿地の造成と水質浄化を検討している。

種や苗からヨシを育成するには3~4年程の歳月がかかり、苗代も高額となる。一方、稗敷設法では既存群落にほとんどダメージを与えることなく、さらに短期間でヨシ群落を新規に創出できる。外部から種や苗を持ち込むことなく地元の郷土種を利用できるため、外来種問題も生じない。

昨年、同方法を用いて浜中町農協就農者研修牧場内に2m×18mの対照区と試験区を備えた人工湿地の作成に成功し、現在まで生育調査や浄化効果の検証を行っている。今年度の調査ではヨシの茎数平均が332本/m²、草丈は平均183cmとなり、昨年と比較して草丈とも2~3倍となり、順調に生育している。水質に関しては対照区(ヨシなし)と試験区ともに排水基準を下回り明確な差は見られていないが、ヨシ植物体(茎葉部のみ)が排水中から1年間に吸収した成分量は、年間排出量の33%(T-N)、4.3%(T-P)と算定され、ヨシによる一定の浄化効果が確認できた。

また、A牧場の人工湿地は7月に茶内第三小学校の総合学習の時間を利用して、酪農学園大学の学生らが地元の小学生とともに新たに造成したものである(図24)。9月の総合学習ではヨシの生育を観察しながら成分

分析のためサンプルの刈り取りを行った。霧多布湿原センターや九州産業大学、酪農学園大学の教員や学芸員、学生らが講義や実習を行い、ヨシの観察結果は10月の小学校の学習発表会



図23 研修牧場の人工湿地



図24 A牧場の人工湿地と環境教育

の題材にも用いられた。このような環境教育の活動は、地域産業や地域の環境についての関心を高めるとともに、さらには後継者の育成や郷土愛を育てることにもつながることが期待できる。

参考文献

- 1) 北海道農業研究センター(2004):北海道農業研究センター研究報告、人工湿地による富栄養化の浄化法の開発
- 2) 北海道農業研究センター(2003):北海道農業研究センター研究報告、表面流去型人工湿地による酪農雑排水の浄化
- 3) 北海道立根釧農業試験場(2004):成績概要書、酪農雑排水浄化のための人工湿地(酸化池)モデル
- 4) 浜中町農業協同組合(2006):平成17年度酪農雑排水の実態調査業務・湿原植物による浄化処理の検討業務報告書
- 5) 猫本健司(2005):パーラー排水等、畜産廃水の処理技術、北海道家畜管理研究会報、40:1-5.
- 6) 志賀一(2004):家畜排せつ物の農地還元と硝酸塩汚染の問題、研究開発情報(平成15年)、畜産環境保全技術研究組合、5-21.
- 7) 高橋励起(2003):酪農パーラー排水の浄化、2003~2004年度酪農学園大学家畜管理学研究室修士論文集、酪農学園大学.
- 8) 内田泰三、田崎冬記、丸山純孝(2001):ヨシ稈を用いた水域緑化に資する新手法の一提案、ランドスケープ研究、64:504-512.
- 9) Uchida, T. & F. Tazaki (2005):New method and allelopathic consideration on installation of riparian buffer zone using *Phragmites australis* (Cav.) Trin. *Journal of Ecological Engineering* 24:559-569. 2005