

# 消 臭 実 験

遠 藤 あ ゆ み

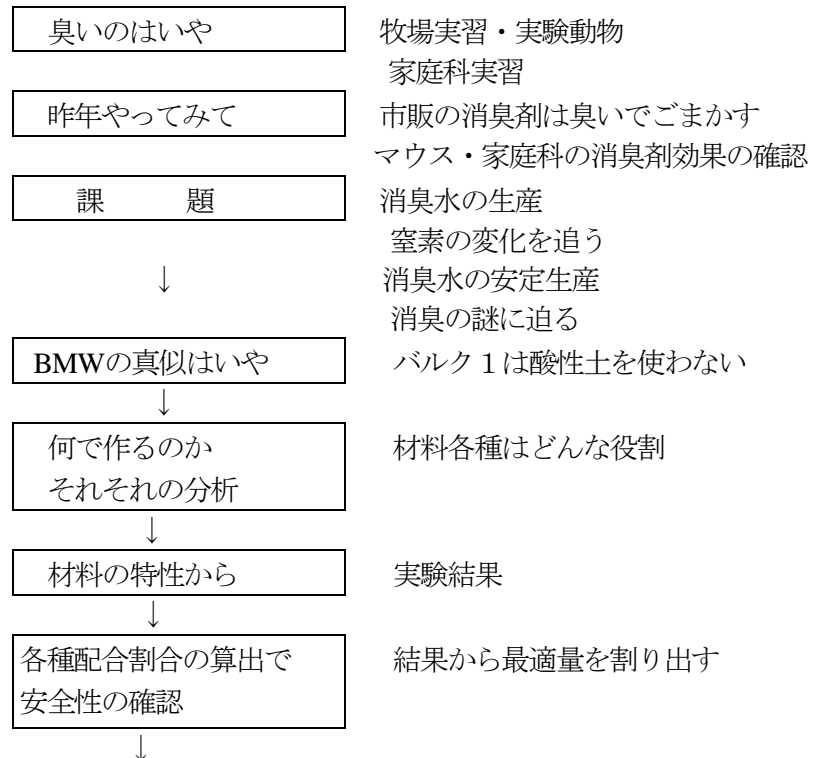
宮城県柴田農林高等学校  
動物科学科 3年

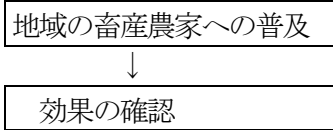
## 学校農業クラブ活動プロフィール

- 1年次：宮城県農業クラブ連盟家畜審査競技大会  
乳用牛の部出場
- 2年次：単位クラブ監事  
日本農業クラブ連盟全国大会クラブ員代表者会議参加  
宮城県農業クラブ連盟家畜審査競技大会  
乳用牛の部優秀賞  
宮城県農業クラブ連盟プロジェクト発表  
区分「文化・生活」発表補助として参加
- 3年次：単位クラブ会長  
日本農業クラブ連盟東北大会クラブ活動紹介発表優秀賞  
全日本田植え選手権大会高校の部第2位  
校内プロジェクト発表大会区分「文化・生活」に参加



## 【 研究計画 】





学校の飼育動物で確認  
地域の畜産農家と協力  
消臭と牛舎環境など女子に出来る環境改善

## 1. 研究の動機

入学してから、授業の一貫として校舎隣接の牛舎で実習を行っている。飼育している家畜は、和牛とキジの2種類である。実習の内容は主に家畜の飼育全般である。餌やり、牛舎の掃除などいろいろ仕事がある。その仕事の中で1番嫌な仕事というのが、糞尿を片づける「除糞」という仕事である。特に和牛は体が大きい分、排泄する糞尿は人間に比べると何十倍と多い。また、鼻を突くあの強烈な臭いは耐えられないものがあった。

そこで、牛舎の環境をもっと良くすることが出来れば、働く人間にとっても快適であり、牛舎の中で飼育する和牛にも影響があると考えた。

1年生の研究では、七ヶ宿で肉用牛の肥育をしている牧場を見学する機会があった。この牧場で驚いた所は、畜舎の中に入っても糞特有のあのくさい臭いが全くしないことだった。むしろ、山の土地の臭いで、何か懐かしい感じすらした。「どうしてくさい臭いがいないのか?」「どんな構造で消臭しているのか?」などそのつど質問を交えながら説明をしていただいた。学校に戻った後、説明の中に出ていた「BMW 農法」をやってみようと思ってみた。「BMW」とはバクテリア(B)、ミネラル(M)、ウォーター(W)の略である。簡潔に言うと、「安全で手軽に作れる消臭水」がなんと尿を原料にして「水」と「石」と「土」だけでできるという方法なのである。この「BMW 農法」がこれから研究を進める大きな出逢いとなった。

2年生の研究では、「BMW 農法」になぞらえて、65Lの水槽・土・石を用意し、ミニプラント作りを始めた。握り拳ぐらいに砕いた石と土を用意し市販されているネットに入れて水槽の中に浸すぐらいになるように吊した。(腐葉土はプランクトン採取用のネットを使用)そこに牛の尿を入れて、下からエアープンプで空気送るようにした。(このことを曝気という)1~2ヶ月後、出来た消臭水と市販の消臭剤を比較しながら実験動物であるマウスと家庭科室から出る生ゴミの予備実験を行った。市販の消臭剤は「小林製薬:トイレその後に」や、「ジョンソン:ペット用消臭剤」等である。成分はアルコールやエタノールで抽出したものや、植物抽出液などであり、主成分はあまりはっきりと分からなかった。比較した結果、市販の消臭剤はアルコール・エタノール系で悪臭を押さえつけるように消臭する消毒的な方法でマウスに不向きであることが分かった。

尿を原料に作成した消臭水は数値に表すことが出来なかったが、感覚的に臭いが消えたと感じることができた。家庭科室の生ゴミも同様の結果である。そこで近所の一般家庭、25軒に作成した消臭水を500mlのスプレーに入れて使用してもらい、消臭効果の客観性を確認した。その結果、次の表になった。この表を見ると嬉しいことに「消えた」という意見が1番多く出された。今まで実験を続けてきた私達にとって大きな自信につながった。さて、3年生になった今年の研究では、隣接する周辺住民からの臭いに対する苦情などが心配される。でた場合は、家畜を飼育できないことになってしまう。「家畜の臭いを消そう」これが私達の新たな課題になった。「今年は臨床の年」を合い言葉に和牛、キジの消臭実験を行うことにした。

## 2. 研究目標

1. 消臭水を安定に生産するために、まず良質の堆肥(腐葉土)から自分たちで消臭水を作る。

2. 消臭水は家畜の糞尿を原料としているため、その成分を追跡することで消臭水の成分を把握する。
3. 和牛、生地、自宅の犬動物での消臭効果の確認をする。

### 3. 実験内容

最初にB、M、Wの各種材料がそれぞれどのような働きをするのかについて調べてみた。各種材料の調査は下記の通りである。

<ul style="list-style-type: none"> <li>・水</li> <li>・石：（軽石、花崗岩）</li> <li>・土：（酸性土、腐葉土）</li> <li>・空気</li> <li>・尿</li> </ul>
--

#### 1) 水について

そのまま水道水を使用すると残留塩素が微生物に影響すると考え、地元では名水と言われる角田四方山の水を使用した。しかし、毎週2tの水が必要になるため、後半からは曝気による水道水を利用した。残留塩素のチェックは、「バックテスト」という方法で行った。これは長さ5cmのビニール製の中に粉状の試薬が入っており、この中に試験水を入れ、時間をおいて、見本の色と比べるという簡単な方法で測定できる。

結果は下の通りになった（水槽1と水槽2は同じ方法の装置で軽石の量が異なる。）

残留塩素（ppm）の結果

曝気時間	水槽1	水槽2	水道水
12時間	0.2	0.2	0.5
24時間	0.1	0.1	0.5
48時間	0.1	0.1	0.5

#### 2) 軽石について

「石」と言ってももの数多くの種類がある。その中の1つが軽石である。一般に市販されているもので白く丸い形で、よく見ると小さな穴があいているあの石である。この軽石にはどんな力が秘められているのか量を変えて調べることにした。水槽1（量が多い方）には水60Lに対して軽石500g、水槽2（量が少ない方）には、水60Lに対して軽石250gを入れ曝気した。そして、1週間、2週間、4週間それぞれのCOD（科学的酸素要求量）とMgの2つを調べ、結果は表の通りになった。

COD (mg)

	水槽1	水槽2
1週目	10	0
2週目	10	0
4週目	5	0

Mg (mg)

	水槽1	水槽2
1週目	2	2
2週目	2	2
4週目	2	2

3) 花崗岩について

2つ目に選んだのが「花崗岩」である。花崗岩はよく墓石に使われる石である。色は白に黒が混ざったものなどさまざまなものがあり、軽石に比べて、丈夫な感じがする。花崗岩の作用についても軽石と同様に調査した。水槽3は花崗岩3kg、水槽4は花崗岩6kgを吊し曝気した。結果は下の通りになった。

COD (mg)	Mg (mg)	
	水槽3	水槽4
1週間	0	0
2週間	10	0
4週間	20	5

CODの値が週を追うごとに増加しており、花崗岩から何か溶出していることが分かる。Mgの値はあまり変化が見られなかった。

4) 空気について

エアーは各区共通で、エアーポンプの要領は毎分3Lで行った。

5) 酸性土について (特殊土壌)

使用した土は、有機物を多く含む自然土である。この土に同量の水を加えてpHを測定したところ、pHは強酸性で3.14であった。この土を水槽A、B、Cと量を加えて下記のように入れ、pHとCODの2つを測定した。

標準区A:60Lの水槽に20g(水に対して0.03%)
標準区B:60Lの水槽に30g(水に対して0.05%)
標準区C:60Lの水槽に60g(水に対して0.1%)

結果は次の通りになった。

強酸性土のpH結果

Aの水槽	Bの水槽	Cの水槽
7.40	7.47	7.49

強酸性土を多く添加したC区がよりアルカリ性を示す結果になった。

強酸性土のCOD結果

Aの水槽	Bの水槽	Cの水槽
50ppm	100ppm	50ppm

CODは100ppm以下であれば問題ないと考えた。(参考として、国の標準は50ppmである。)その後、農業センターに分析をお願いした結果、次の通りであった。

分析結果	pH	Ca	Mg	P	Na	K
A	7.4	20.1	19.0	20.8	39.1	102.8
B	7.5	19.3	20.2	23.9	39.5	114.3
C	7.7	19.0	23.4	57.5	45.8	128.3

pHをはじめ全ての成分が酸性土を多く投入した区が高くなっていることが分かった。この酸性土は腐植化が進んだ物と考えており、各種成分が凝縮したものと考えている。

#### 6) 腐葉土について

腐葉土というと、落葉が枯れて地面の土と混ざった土のことを一般的にいう。しかし、私達の使った腐葉土は、家畜から排泄される糞尿から堆肥を取り、切り返しながら消臭水を全体に散布し作ったものである。堆肥を高さ1m、幅2.5mで積み上げ週1回切り返しを行った。その結果、白い層（地面から50cmの所に幅2cmの層）が作られるようになった。特殊な菌の繁殖層と思われた。そしてこのようにして作られた腐葉土は、全く堆肥臭のない土の心地よい香りがしていた。このときの発酵熱の温度は50度であった。

#### 7) 尿について

和牛は、一日約20kgの尿を排泄する。これらの尿は、周囲の環境を汚染することなく適切に、また能率良く処理しなければならない。

牛糞尿は、窒素・リン酸・カリを多く含んでおり、有効に処理すると肥料としての価値が高いため、腐葉土から出た液肥をビーカーでバケツに移し、ドラム缶に入れ1ヶ月曝気して使用した。液肥は濃い茶色の色で、臭いが少し糞尿臭い。

## 4. 実験結果

以上のことを確認した上で、いよいよ消臭水作成にとりかかることにした。水・花崗岩・軽石・腐葉土・尿をどれぐらいの割合で添加すればよいのかを調べるために、標準区、タンク1、タンク2について分けて実験した。最も効率的に消臭水を作れるための、環境設定を調べることにした。

①標準区 水・・・・500L 花崗岩・・・10kg 軽石・・・・2kg 腐葉土・・・2kg 尿・・・・10L	②タンク1：2倍区 水・・・・500L 花崗岩・・・10kg 軽石・・・・2kg 腐葉土・・・2kg 尿・・・・20L
③タンク2：4倍区 水・・・・500L 花崗岩・・・10kg 軽石・・・・2kg 腐葉土・・・2kg 尿・・・・40L	標準区：10L 2倍区：20L 4倍区：40L

尿の容量を右のように変えて、曝気をし続け、消臭液作成に入った。そして2週間、4週間、6週間ごとに消臭液中の成分の分析を行った。分析はパックテストを用い、一般細菌、大腸菌

検査も行った。細菌検査は市販されているものを使用し、その方法は試験紙にそれぞれの試水をピペットで取り、12時間後に赤色斑点が出たらその数を数える。と言う簡単な方法である。結果は次のようになった。

パックテスト・細菌検査の結果

2週 間目	COD	アンモニア	亜硝酸	リン酸	一般細菌	大腸菌	pH
標準区	20	0	0.2	5	48	0	7.47
2倍区	50	1	0.2	5	32	0	7.49
4倍区	20	0	1	10	6	0	7.40

4週 間目	COD	アンモニア	亜硝酸	リン酸	一般細菌	大腸菌	pH
標準区	20	0	0.2	10	なし	0	—
2倍区	50	0	1	10	なし	0	—
4倍区	100	0.5	1	10	なし	0	—

6週 間目	COD	アンモニア	亜硝酸	リン酸	一般細菌	大腸菌	pH
標準区	20	0	0	10	なし	0	—
2倍区	20	0	0.5	10	なし	0	—
4倍区	50	0	0.2	10	なし	0	—

CODについては、2週目から6週目までほとんど差はなかった。

アンモニアについて、パックテストでは検知できなかった。

亜硝酸については4週目の値を境に減っている。リン酸濃度は、週を追うごとに増加し、パックテストでの測定値を超えてしまった。腐葉土から溶けだしたものと考えている。

一般細菌については、12時間では見られなかったが、48時間後には多く見られた。

結果から標準区、2倍区の試水が消臭水に近いと考え、日光の光を遮断するために、タンクからバルククーラー（牛乳冷却用の装置のこと）に移しパックテスト、細菌検査の2つを測定した。

結果は次の通りになった。

バルククーラー内の測定結果

6週 間目	COD	アンモニア	亜硝酸	リン酸	一般細菌	大腸菌	pH
バルク1	50	0	0.1	10	4	0	—
バルク2	20	0	0.02	10	6	0	—

なぜ日光を遮断したかという点、日の光は細菌を増殖させ、悪質の微生物を増やしてしまうからである。

バルククーラーからできた消臭水の色は茶色で特に麦茶のような色をしている。臭いは全くなく、生徒の一人が実際に飲んでみたが、全く味はない。

そして、このようにしてできあがった消臭水を使ってみることにした。

## 5. 実験結果のまとめ

消臭水の成分の分析（バックテスト、細菌検査）には測定できる範囲が狭いため、数値的に限界があると分かったため、はっきりと数値が出る宮城県センターに成分の分析をお願いした。分析結果は次の通りである。

農業センターの分析結果

2週目	pH	Ca	Mg	P	Na	K
標準区	7.8	12.8	7.3	8.4	22.0	40.8
2倍区	7.8	18.3	11.7	11.7	27.7	57.8
4倍区	7.8	15.4	21.5	27.3	33.8	106.1

4週目	pH	Ca	Mg	P	Na	K
標準区	6.3	19.0	15.3	25.9	54.1	153.4
2倍区	7.1	20.4	34.2	56.9	61.0	227.8
4倍区	7.5	27.6	33.2	45.6	62.3	170.3

6週目	pH	Ca	Mg	P	Na	K
標準区	7.6	25.1	28.0	37.9	58.8	150.3
2倍区	7.2	22.5	16.1	25.1	56.9	145.6
4倍区	8.0	25.8	50.0	68.0	64.0	235.5

pHは一度下がって、6週目に増えている。

Caは2週目、4週目、6週目、と徐々に増えており、原尿も2倍区・4倍区共に増える傾向にある。

Mgについては、どの区も4週目をピークにして減少している。ただし、原尿4倍区は6週目でもまだ増加傾向にある。このことは、P、Naにおいて2倍区、4倍区も同様である。

KはCaと同様の変化を示している。

以上のことから、2倍区の試水が私達の目指す消臭水に1番近いのではないかとということが分かった。

## 6. 消臭水効果の確認

作成した消臭水を1000倍に薄め飼育している牛に自由に飲ませた。この結果、飼育している和牛の毛並みがきれいになり、病気にかかったことはない。

またこの消臭水を牛舎の裏に取り付けた噴霧装置から、1日・1回・5分間（約10L）散布するようにした。結果、以前よりも牛舎の臭いを押さえることが出来た。また、牛の下が汚くならないようにと敷く「敷き料」を一般の農家は経費のかからないワラを使用するが、我が校は今年からオガクズ+腐葉土を混ぜた新しいタイプの敷き料にしたことから、牛舎の環境改善につながるようになった。

同時に消臭水を原液、500倍、1000倍に薄め、小松菜（野菜）を用いて発芽実験を行った。方法として、シャーレに脱脂綿を敷き、種をそれぞれ8個ずつにし、発芽率を見た。しかし結果はどの区も差がなかった。

また、学校の前を流れている白石川から採取したメダカとタナゴを用いて、500倍液に2週間、1000倍液に4週間飼育しましたが、異常は見られなかった。

## 7. 地域の畜産農家へ普及の試み

そこで消臭水散布について他の畜産農家の協力を得て、消臭水の散布を行い、消臭水の散布前と散布後ではどのような変化があるのかガス検知管によって調べることにした。(北川式)ガス検知管とは臭いの元である「アンモニア」や「メルカプタン」の数値を測定する実験器具で、数値が高ければ高いほど「くさい!」と感じる人数が多いと考えてみればわかりやすい。

仙南地域から研究に賛同していただける畜産農家を対象として、消臭液の効果の試験をした。蔵王町の沼辺畜産(和牛一貫経営)村田町の的場畜産(酪農経営)の2軒でアンモニア濃度を測定しましたがガス検知管では測定できなかった。しかし、消臭水を散布したところ、毎日作業する家族の方からは、「3日目頃から少しずつ、臭いが取れてきた。」という私達にとって嬉しい意見がもらえた。

その他に、角田市の遠藤畜産、白石市の大浦牧場、村田町の丹野牧場、丸森町の菊池畜産に消臭水を散布した。

その結果、どの家からも同じように消臭の効果があるというはっきりとした答えがえられた。本校の飼育していたキジにも使用した。キジは雑食性で排泄物の臭いはきついが、消臭水の原液をジョウロで散布した結果、翌日には糞尿の臭いは全くなかった。

## 8. 考察

牛の糞尿は微生物の固まりである。微生物と言っても、種類は極めて多く、特定するのは困難である。しかし、堆肥に含まれる微生物を利用し、尿、石、腐葉土、土など材料の全てを自然にある物を使い、しかも、「安全で優しい環境改善」を目指した今回の研究は、2年次の近所の一般家庭に続き、3年次の畜産農家にまで普及し効果が確認できるまでになった。

環境汚染が進んだ今日では、水が汚染され、空気が汚れ、森が減少し、自然のリサイクルが壊れ始めている。このプロジェクトを通じて自然浄化作用の大切さを知り、きれいな水を作ることはとても重要なことだと思った。

1、2年次の予備実験に出てきた「BMW技術」自体が自然浄化作用の応用であるため、BM技術協会などの指導も頂きながら、このように簡単な水槽で実験して確認することが出来た。水槽をタンク(500L)に変えれば数頭規模の牛までなら十分に対応できることが分かった。

消臭水を科学的に分析しなければならないが、原子吸光計やガスクロマト計がなく、県の農業センターに検体を持ち込んで分析して頂いているが、分析のラインを変更する必要があり、思うようにして検査してもらえなかったことが残念である。しかし、今回作った消臭水は放線菌を初めとする微生物が動物の糞尿を栄養源として、その主成分である窒素を分解した物であり、その副産物として、多糖類・有機酸・アミノ酸類・植物ホルモン・ビタミン・酵素・ミネラル等が含まれた液体であることが考えられる。

今回の実験により、家畜の消臭がほぼ完全に出来た。このことで「住宅地の中でも畜産を飼育できるんだ」という確信が得られた。住宅地の中とも言える牛舎は、実験の成果を県が認めてくれたと思う。

今後もこの研究を持続し、消臭水を安定生産、生活排水などで汚染された川を浄化していきたいと考えている。来年は消臭の面からではなく、農産物を作るときの水田、畑、植物にかけたらどうなるだろう?と、あらゆる面から実験・実践していき、農家や一般家庭に広めていきたいと考えている。このためには、尿の浄化と消臭水の生産ラインを確立し、実験を進め、有用微生物を特定する必要がある。

### 指導教諭 菅井春長先生のコメント

この生徒は、非農家の出身であるが動物が好きで、将来も動物関係の仕事に就きたいと本校の動物科学科に入学してきた。入学当時から動物の臭には違和感をもったが、それから逃げることなく問題解消の方法を求め、プロジェクト学習を展開した。動物科学科の畜舎（和牛繁殖）は住宅地の中にあり、糞尿の臭いには十分に配慮が必要となる。悪臭の原因となる家畜の尿から消臭水を作成し、小動物から大動物へと実験を進めた。宮城大学への進学も決まり活躍に期待したい。

### 国立教育政策研究所教育課程研究センター教育課程調査官

文部科学省初等中等教育局参事官付教科調査官

添野龍雄先生の講評

遠藤さんのプロジェクトは、畜産経営農家の宿命とも言える排泄物等の臭いに焦点を当てたものです。農業地域の都市化が進む中では地域社会と調和して畜産経営を進めていくため、また、作業性の向上や、良質の畜産物生産のためにもその対策は大切であると思います。そして、BMW技術を活用した消臭水を利用することでその解決方法を探ったものです。

BMW技術に使用する資材等を一つずつ検証していくことは、全体の中でその資材がどのような働き（機能）を示すかを知る上で大切であり、それをCODなどの数値で表すことは、結果を目で見える形にするために重要です。

最終的な消臭の結果が官能試験に頼っていますが、今後低減が数値で表され、その作用の原理について研究が進むことを期待しています。

ただし、食品を目的とした実験ではないので、たとえ安全であっても、作ったものを飲むの避けるべきでしょう。また、腐葉土は植物の葉が材料になるのでこの場合は堆肥と呼ぶべきでしょう。

（※BMW技術については賛否両論あるようであるが、ここではプロジェクトの実践面をとらえた）