

課題挑む

技術士のソリューション

〔11〕

現代文明を支える

インジウム、シスプロシウム、ネオジムなど聞き慣れない元素が大活躍している。現代文明を支える最新技術に無くてはならないレアメタル(希少金属)と呼ばれる金属たちである。鉄や銅やアルミニウムなどのように、昔から大量に生産消



新日本製鉄君津製鉄所 田中 和明 (金属部門)

循環型社会④ レアメタル

費されている金属はコモリと呼ばれる。レアメタル(普通金属)とも呼ばれる。これに対して存在が少なく、生産地が偏在している、精錬に高い金属をレアメタルと呼ぶ。

レアメタルの中には、

2カ月分の原料を備蓄したり、ありふれた元素で

リサイクル技術確立へ

産学官協同で取り組みを

鉄鋼合金として利用されるマンガンやクロム、ニッケルのような大量消費金属と、機能材料として電子・電気分野や超電導や磁性材料に用いられるものがある。日本はほとんどの金属原料を輸入に

都市鉱床構想
中でも、レアメタルのリサイクルは熱心に議論

置き換えたり、3R活動(リデュース、リサイクル、リユース)を行った

りしている。

都市鉱山や都市鉱床構想である。事実、都市にはレアメタルが集積している。最近では工業ベースで廃棄された携帯電話から金が回収されていることも報じられている。

都市鉱山や都市鉱床構想である。事実、都市にはレアメタルが集積している。最近では工業ベースで廃棄された携帯電話から金が回収されていることも報じられている。

市場から回収

では、リサイクルが不可能であるのかと言えは

そうではない。レアメタルのリサイクルは、製造工場内で発生するスクラップや廃材からは既に行われている。市場からの

は市場価格がリサイクルに必要なコストよりも安く、精製に高い

鉄鋼製品の合金成分は分離しにくく、複雑な組成の廃棄物の中から目的とするレアメタルを回収する技術を、経済的合理性を持ちながら確立することが困難なことは容易に想像がつく。希土類金属をはじめとするレアメタルの多くは、銅や亜鉛精錬の副産物として単離・回収されている。

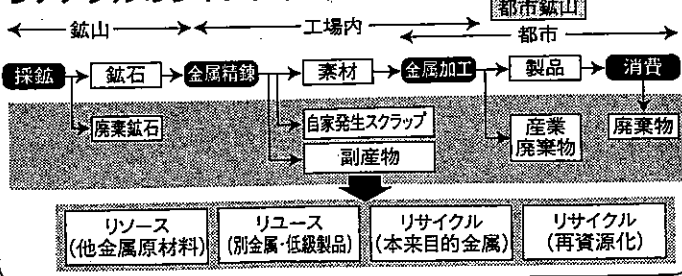
リソース(他金属原材料)

リユース(別金属・低級製品)

リサイクル(本来目的金属)

リサイクル(再資源化)

レアメタルのライフサイクル



回収ルートが確立している銀、化学プラントで利用される触媒装置からのリサイクルも行われている。市場からのレアメタ

ルのリサイクルに必要な要件は純度のできるだけ高い廃棄物を大量に分離回収する仕組みである。レアメタルのリサイクルには、わが国の産学官が協同し、既存の枠を超えて取り組みを提言したい。そのためには金属全般にわたる技術マッチングが必要になる。金属技術に関するさまざまな経験、知識およびネットワークを有する我々金属部門の技術士が、そのコーディネーターの役割を務めたい。(水曜日掲載)

課題挑む

技術士のソリューション

[12]

大量廃棄から決別

近年地球環境保全の観点から、大量生産・大量消費・大量廃棄の社会から決別し、天然資源の消費を抑制して枯渇を防ぎ、環境負荷の少ない社会を実現していくことが、急務となってきた。



丸山技術士事務所
丸山 眞策 (資源工学)

循環型社会⑤

資源利用の課題

科学技術・大学

る。

優先順位を法定化

「循環型社会形成推進基本法」では廃棄物に使用済み物品や副産物など

適正処分という優先順位を法定化した。循環資源の特徴は、①天然資源の価格が低いと需要が減る②供給量は排出の事情によって決まり、需要に応

安定的な需要先確保を

焼却での熱回収も一案

を加えたものを有価・無価を問わず廃棄物などとし、そのうち有用なものを循環資源と規定した。資源化対策として、①発生の抑制②再使用③再生利用④熱回収、最後に⑥

組みづくりの中で安定した需要先を確保すること。②ストックヤードなどを設け需給のアンバランスを調整すること③品質向上をめざして過大なコス

都市鉱山は宝庫

筆者は一般廃棄物焼却残渣の有効利用などに携わってきたが、2009年版環境白書にあわせて廃棄物などを分類し、課題をまとめた。

■バイオマス系 動物の糞尿、有機汚泥は肥料、飼料などに、木くずはボードなどに再利用している。事業採算性や需給バランスがとりにくい

■非金属鉱物系 がれき類、鉱さい、無機汚泥、廃ガラスなどが該当する。建設廃棄物の建設資材への再利用は進んでいるが、建設分野以外からの廃棄物も建設資材への利用が可能である。利用する自治体などが制度として該当製品に対して

2006年度廃棄物などの発生量

廃棄物等の種類	発生量(億トン)
バイオマス系	3.2
非金属鉱物系	2.1
金属系	0.37
化石系	0.15

(出典：2009年版環境白書)

■化石系 廃油や廃プラスチックが該当する。プラスチックは発生段階で分別可能なものはペレット化あるいは顆粒化し、成形原料として再生できる。分別が難しく、材料再生しにくいものは直接溶融固化して高品質が要求されない成形品にする方法がある。

■金属系 電気部品、触媒、小型二次電池などに含まれる有価金属の循環利用は今後必須であり、精錬会社などで再生を行うためには電気部品中のプリント基板などの分別作業の低コスト化、回収方法や回収率の向上

(水曜日掲載)

課題挑む

技術士のソリューション

[13]

積極的・早急に

低炭素・脱温暖化の社会づくりでもあり、かつ持続可能な社会づくりでもある「循環型社会」の形成に、積極的かつ早急に取り組むことが求められている。

筆者はある地方都市において、循環型社会形成の指針や循環型社会形成推進基本計画の策定にかかわった経験がある。バ



サステイナブル共創研究所 所長
小島 義博 (資源工学・環境部門)

循環型社会⑥ 地域での取り組み

イオマス系排出物を飼料・肥料およびエネルギーとして再資源化する循環資源創出などの事例を通して、地域経営の視点での循環型社会形成推進における課題、目標の設定および目標達成、課題解決への取り組みについて紹介する。

重要な基礎資料 地域における循環型社会形成を進める場合、循環型社会構築の重要な基礎資料として、地域でどれだけの資源が投入・生産・消費・蓄積・処分・

循環されているか、そのすべてにわたって地域の物質フロー(マテリアルフロー)を把握することが必要である。地域と期間を区切って、地域への物質の投入、地域内での物質の流れ・蓄積、地域外への物質の排出のすべて

荷量や廃棄物量などのデータにより補正し、地域物質フローの作成を試みた。地方都市における産業連関分析や循環資源情報モニタリングおよびLCA(ライフサイクルアセスメント)の視点での調査分析の実施などに

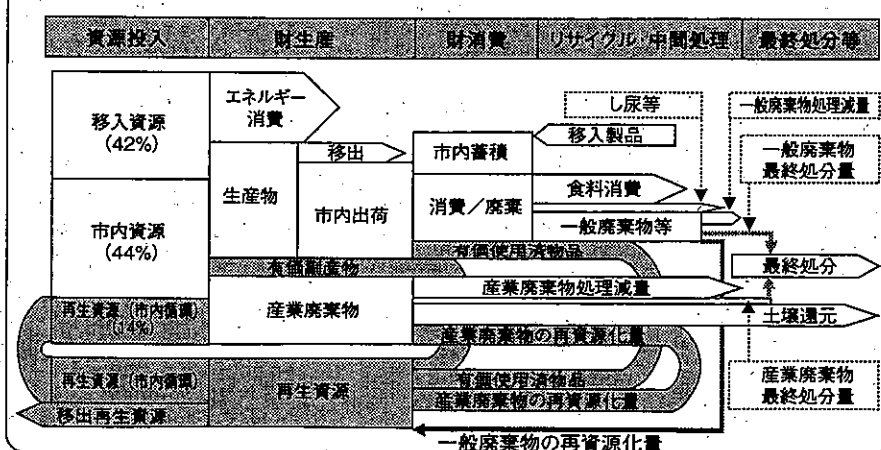
環境ビジネスの創出へ

まず物質フロー把握を

の質と量を集計し、物質フローの把握を行った。物質フローの把握においては、当該地域の地域産業連関分析などがなされていないため、暫定的に国・県のマテリアルバランス分析結果を基に産業別就業人口、産物出

管理目標値の設定 物質フロー分析結果から循環型社会として達成すべき指標として、廃棄物の「再資源化率」「循環利用率」などに加え、地域の経済性も考慮したデカップリング目標として生産額を資源などの投

ある地方都市における物質フロー図の例



入量で除した「資源生産性」を算出し、循環型社会形成の管理目標値として設定した。

バイオマス系廃棄物はコンポスト・バイオガス化だけでなく、今後の変換技術革新に対しても適応可能な多様・多段階でかつ柔軟な変換・利用システムの構築を試みた。調味料などが混入しない農産物・食品廃棄物は、畜産・水産用飼料として再資源活用を図った。

可能な限り、地域循環を目標とした地域経営の視点で、農水産業や商工業における投入と排出の間に交換・利用システムを介在させ、相互連携による新たな地域環境ビジネスの創出、さらに廃棄物処理業者などと民間非営利団体(NPO)との地域内連携によるコミュニティ・ビジネスの創出も図った。

(水曜日掲載)

課題挑む

技術士のソリューション

[14]

コスト対策

私が勤めていた製薬会社で新製品発売許可の見通しが立ち、大量生産時のコスト対策が急務になった。

医薬品は高純度精製(99%以上)が要求される。新製品は沸点約400度Cの油状物質で結晶化精製、蒸留精製ともに



辻井技術士事務所代表

辻井 昌彦 (化学部門)

循環型社会⑦

クロマト精製法

困難なため、必要サンプルはシリカゲルカラムクロマト精製で供給していた。

生産ではクロマト精製工程を抜本改良し、シンブルで安価な製造法が必

トルエン、ハロゲン系)に極性の強い有機溶媒(アセトン、エーテル系、酢酸エチル、アルコール系)を組み合わせた均一混合系になる2種類を選んで使用する。

収用の精密蒸留塔の設置は不可能である。溶媒回収率が低下すればすべし、廃棄物となり、コストだけでなくエコロジイ面でも問題になる。カラムへの負荷量を減

通常設備で有機溶媒回収

発想の転換をヒントに

要となる。特にクロマト精製で使用する大量の混合有機溶媒の安価で高効率の回収システムの構築が必須である。実験室ではクロマトに使用する有機溶媒は極性の弱い有機溶媒(n-ヘキサン系、

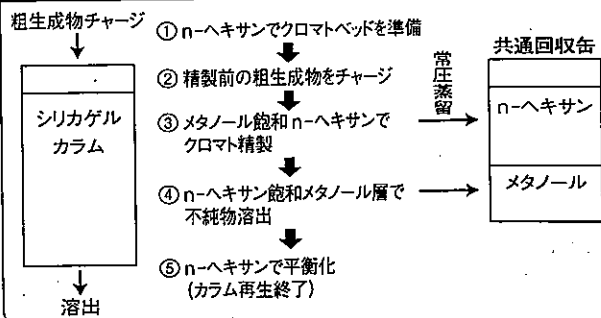
前処理用を転用

クロマト終了後の混合溶媒から、どのようにして安価に再使用可能な形で有機溶媒を完全回収するかで困っていた。生産量が少ないため、溶媒回

弱すれば通ず

発想の転換により、思

溶媒回収再利用が簡単なクロマトシステムの開発



わぬところから解決のヒントが見つかった。前処理で使用しているメタノール含有n-ヘキサン層をクロマト溶媒に転用すれば良いのである。

製法は以下の多くのメリットが見つかり、生産への問題点を一挙に解決することができた。①工程で精製に使用する有機溶媒はn-ヘキサンとメタノールの2種類

クロマトのみの。②溶媒回収は通常反応で常圧蒸留後冷却し、共通回収缶に貯留。③二層に分離している回収溶媒は上層と下層からそれぞれ取り出して再使用。④n-ヘキサン/メタノールの相互溶解度は温度依存のため共通回収缶の温度を制御すれば溶出溶媒の濃度管理は容易。⑤常圧蒸留のため設備が安価で溶媒回収率が高い。

(水曜日掲載)

課題挑む

技術士のソリユーション [15]

日本の存在感

繊維素材の生産量から見ると今日、世界における日本の存在感は極めて低い。しかし、高性能・機能繊維の素材・製品に限って見ると、日本は問題なく世界一である。具体的には、高性能繊維の炭素繊維、アラミド



SCI-TEX 代表 顧問
日本繊維技術士センター
松尾 達樹 (繊維部門)

材料関連① 次世代の繊維

狙い目は環境・資源・医療

豊富な技術資源生かせ

繊維、超高分子量ポリエチレン繊維など、特異機能繊維として海水淡水化膜、人工透析膜で代表される中空系分離膜や光ファイバー、比較的強度が高く耐アルカリ性の良い

がある。同繊維は通常の粒状活性炭と比較する繊維として海水淡水化膜、人工透析膜で代表される中空系分離膜や光ファイバー、比較的強度が高く耐アルカリ性の良い

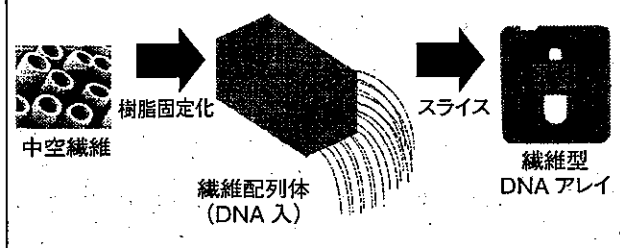
社として不慣れた装置売りの事業になるだけに、社内からは極めて厳しい抵抗にあった。しかし、開発関係者の辛抱強い努力によって、現在では世界的に展開されている技術

材売りでなく、その高性能繊維を使用することによって、応用製品の性能/コストが著しく高まる製品売りを目指して探索した。

結果として溶剤回収装置の開発を試みたが、会

これからは繊維産業においても、環境・資源、医療、安全の分野で、日本の豊富な科学技術資源を生かした事業の成長を期待している。今後も繊維素材の高性能化・高機能化の努力は行われるだろうが、中心は上記4分野などでの、有用な応用

繊維型 DNA アレイの製造方法



製品の開発になるはずである。

DNAチップも

その際、ナノファイバーやカーボンナノチューブが開発されつつある。本チップでは、多数の繊維の中空部分に、高含水ゲルに担持された特定のキャプチャーDNAが注入されるようになっている。例えば、図に示されるような方法が開発され、実用化が始まっている。これは、エコ的な素材でもあり、将来の汎用繊維として極めて有望である。

(水曜日掲載)

アの活用なども入されており、これと重ラセンを形成する被検査物中に存在する特定のDNAを確実に検出することができると言える。これは例えば、対メタボ用健康食品の効果判定にも有効に使用できるはずである。

一方で、石油資源の枯渇対策として、トウモロコシを原料とするポリ乳酸繊維が開発されているが、耐熱性の不足など種々の問題があった。これに対して最近日本でも、ポリエチレン繊維に近い融点を有するポリオキシメチレン(POC)が開発されている。これは、耐熱性や機械強度が向上し、医療用や健康モニタリングなどに活用される可能性がある。

課題挑む

技術士のソリューション

[16]

ず、約87%の水分と約13%の可溶性固形分からなり、可溶性固形分の約80%は全糖で、そのうち約70%がフラクトオリゴ糖である。

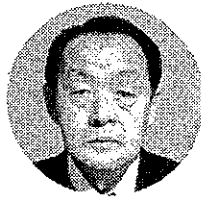
低カロリー③ビフィズス菌が増殖し腐敗菌が減少して下痢しにくくなる④便秘が改善される①などの健康機能性(生理作用)がある。

天候を相手にする野菜の生産は難しいが、最も難しいのは販売である。昨春、ヤーコンの普及拡大のために2地域のヤ

有望な健康自然食品

知名度向上に一般漢字名を

200年以上の栽培
農業技術の普及が筆者の専門である。ヤーコンは南米アンデス地方原産のキク科多年生草本で、一説では2000年以上前から栽培されてきた。ヤーコンの塊根(芋)はでんぷんをほとんど含ま



高橋技術士オフィス 所長

高橋 富雄 (農業・総合技術 監理 部門)

材料関連②

ヤーコンの普及

全作物の中でヤーコン塊根の含有量が最大と推定されるフラクトオリゴ糖は、ショ糖にフラクトース分子が結合したもので①虫歯菌の栄養源にはならない②胃や小腸で消化されず難消化性のため

難しい販売
塊根の含有量が最大と推定されるフラクトオリゴ糖は、ショ糖にフラクトース分子が結合したもので①虫歯菌の栄養源にはならない②胃や小腸で消化されず難消化性のため

難い販売
塊根の含有量が最大と推定されるフラクトオリゴ糖は、ショ糖にフラクトース分子が結合したもので①虫歯菌の栄養源にはならない②胃や小腸で消化されず難消化性のため

「コン生産者と会い、両者から「昨年、直売に出しても売れなかった」「種芋をあげますと言っても農家には作ってもらえなかった」「ヤーコンを誰も知らなかった」といった現場の声を聞いた。これでは既に新しく生産を勧めた人たちにも大きな落胆を与えてしま

う、と原因を考えながら夏からヤーコン販売のラベル作りを始めた。素材の良さにもかかわらず普及が遅くニーズが小さいのは、特性に配慮した①消費者への調理までの保存②生産者への種芋保存などの保存情報の提供不足③知名度が低い、消費意欲が盛り上がりづらい、などの課題が考えられた。販促目的のラベルには①の情報に加え、特に影響の大きい③の対策に当初、地名を付けて「〇〇ヤーコン」の表示名を考えた。

高年齢者に親近感
しかし、同じ南米原産のサツマイモはカンシ

▲ヤーコンとサツマイモ
サツマイモに似ているヤーコンも、漢字名を持つ方が高齢者には字の意味が分かり親近感が持て、安心して受け入れられるのではないだろうか。

1985年に日本に導入され、わが国の研究者により初めて健康機能性の解明や育成がなされた。今春から試作生産を始めた人々には販売に先立ち「糖芋」と漢字名の入ったラベルを渡した。商標ではなく、誰でも使える一般漢字名について識者から意見をいただければ幸いである。(水曜日に掲載)



科学技術・大学

課題挑む

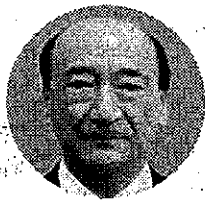
技術士のソリューション

[17]

各国で原発増加

素粒子物理ばかりでなく、生命科学・物性研究や粒子線治療の分野で加速器が広く使われ、また原子力発電も基幹エネルギーとして各国で着実に増えている。

生活の中で今後も引き続き放射線や原子力の恩恵に浴していくために、将来に向けた種々の技術



日立製作所原子力事業統括
本部放射線管理センター長

林 克己 (原子力・放射線、応用物理学、総合技術監理部門)

材料関連③

低放射化コンクリート

科学技術・大学

開発が地道になされてい
る。今回はその一つとし
て、放射化が少ないコン
クリートの開発状況につ
いて紹介する。

微量成分が変化

コンクリート材料中の
特定の微量成分は、中性
リートは今まで少しずつ

放射化しにくいコンク
リートは今まで少しずつ

環境に優しい原子炉実現

原料100種を吟味し配合設計

子などにより放射性核種
に変わりやすい。長年稼
働後に施設リプレースを
行うとき、解体した建物
のコンクリートのうち強
い中性子などにさらされ
た部位は放射化されてい
るので、埋設処分場で管

大型加速器などに適用さ
れ始めていたが、この性
能をさらに高めて大規模
な原子力施設に適用する
ため、2004年から経
済産業省の革新的実用原
子力技術開発費補助事業
(クリアランスレベル以
下)のもとに原料を吟味し
低放射化セメントの焼成
も行った。

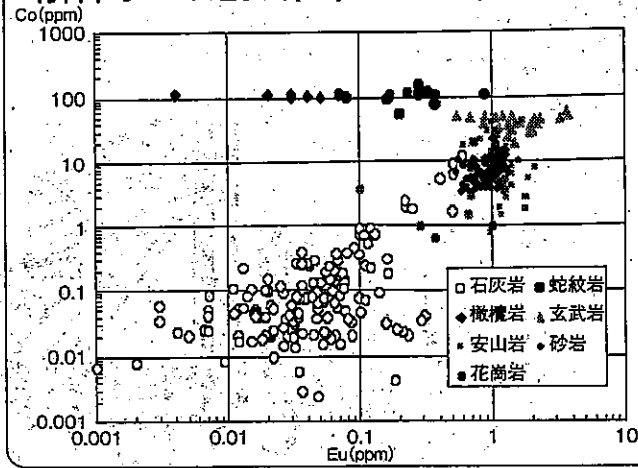
下にするための低放射化
設計法の開発)として、
大学、原子炉メーカー、
材料メーカー総出で技術
開発を行ってきた。

選定された低放射化骨
材と低放射化セメントを
用いて低放射化コンクリ
ートを作り、強度など一
般の試験も終えている。
今までに放射化が10分の
1〜1000分の1以下の
ものまで、数種の配合
設計まで終わっている。

計算システム作成
原子力施設の中でコン
クリートが放射化する場
所は原子炉の近くだけだ
がある。

現在、国、電気事業
者、原子炉メーカーの三
者が一体となってナショ
ナルプロジェクトとして
次世代軽水炉の開発を進
めている。

材料中のユーロピウム(Eu)とコバルト(Co)の分析値



低放射化コンクリート
(水曜日に掲載)

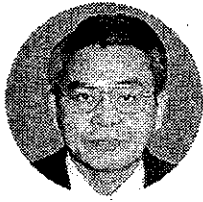
課題挑む

技術士のソリユーション

[18]

欧米依存の技術

自動車などに用いられる薄鋼板は圧延によって成形される。その中の熱間圧延は数十ミリの厚から2・3ミリの厚まで圧延するもので、ロールには高温・高圧・高速の負荷が繰り返され、連続的に加えられる。そのためロール材の設計には実績が重視され、その開発には極めて保守的であった。



佐野技研代表
アステック入江技術顧問
佐野 義一 (金属部門)

材料関連④

圧延ロール

筆者が技師長を務めていた日立金属が1989年にハイスロールを開発するまで、60余年にわた

表面損傷見直し

り、ロールの基本技術は欧米に依存してきた。開発を困難にしてきた主な理由に、材質設計、中でも材質評価技術に決める材料、肌荒れなどの高機

能化は、大きく遅れていた。長年、実圧延での試験錯誤と在来の摩耗試験に基づく材質改善では、ニーズに応えきれない

し、まずは熱延ロールの表面損傷を基本から見直すことにした。幸い、トライボロジーの権威者数人に面談でき、損傷の観察・分析とそれによって

の導入に動き始めたが、資金の壁は厚かった。年間研究費数億円規模の中で、1億円もの投資である。鉄鋼会社幹部や先生方を招いての勉強会で、

材質評価は熱延方式で

初の摩耗試験装置開発

手欠いていた点がある。今でも、摩耗試験はトライボロジー(摩擦・摩

社の幹部を説得

解説いたなくなど、社内幹部への説得に手を尽くした。

るほど信頼性が低い。ましてや複雑・過酷条件下の熱延ロールにおいては

頼された。熱間圧延潤滑剤の開発を目指した、大

再現性を絶対条件とした

るほど信頼性が低い。ましてや複雑・過酷条件下の熱延ロールにおいては

頼された。熱間圧延潤滑剤の開発を目指した、大

再現性を絶対条件とした

油試験用の装置は、長年

から注目され、類似装

各種熱延ロール材評価法の比較

区分	モデル	特徴	損傷の課題	実体評価精度	
				損傷類似	優劣順位
在来	ロール周速差	既製、簡便	凝着・塑性流動主体	×	×
	加熱	圧延側を加熱	凝着・塑性流動主体	△	△
	圧延板	圧延方式、圧延短い	数回転で摩耗せず	△	×
開発	圧延コイル	圧延方式、圧延コイル長い	引っかかり、凝着、亀裂混在、実体ロール類似	○	○

実機損傷の再現精度の既存ロール材の優劣順位の置がその後次々に導入されたようである。本機は再現性を絶対条件とした日立金属のハイスロール材の開発に威力を発揮して、当初の目的を達成でき、現在も活躍中である。

(水曜日掲載)

課題挑む

技術士のソリューション

[20]

健全な生育阻害

現在、わが国の畜産業界では、畜舎から発生する悪臭ならびにその悪臭の原因となる悪臭成分は、家畜・家禽の健全な生育を阻害している。

加えて、家畜・家禽の飼育設備および畜舎構造物の腐食を促進するといった問題も抱えている。近年、畜舎近隣域の住宅



岸本技術士事務所長
岸本 菊夫 (化学部門)

材料関連⑥

畜産業の環境改善

科学技術・大学

化が進むに従い、近隣域にわたり検討を行った。環境の悪化を招いているといつことも指摘されている。

畜舎の腐食も

これらの対策として、畜産業者は家畜・家禽の

悪臭物質の処理容易に

種類と発生源の把握を

健全な生育を計るとともに、近隣域の環境の保全のために高額な消臭設備を設置し、消臭用の薬品の散布も行っている。このため、高額の消臭設備

に記載のとおりである。悪臭原因物質の種類は、(1)悪臭原因物質の種類

は、家畜・家禽の排泄物に由来している。これら悪臭物質は、いずれも家畜・家禽の健全な生育を阻害しており、加えて畜舎設備の腐食を促進するといった望ましくない現象も引き起こしている。

水洗法、燃焼法、吸着法、空気希釈法などがあるが、以下の方法が実際のである。

悪臭原因物質の処理方法についての検討結果は

③原因物質中のトリメチルアミンは強塩基であることから、硫酸と反応させて無害化する。

④その他の原因物質(硫化メチル、メチルメ

ルカプタン)も同様に硫酸と反応させて無害化する。(水曜日に掲載)

源

方法

③悪臭原因物質の処理 調査検討の結果は以下

①飼料中に悪臭発生抑制剤を添加して、悪臭原因物質である低級脂肪酸(酢酸、プロピオン酸、酪酸、バレリアン酸、カプロン酸)を分解する。方法は飼料中に活性炭、ゼオライト、ユツカ抽出物(天然植物)を添加する。

②悪臭原因物質であるアンモニアは酸と反応させて無臭の有用な肥料塩とする。例えば、硫酸と反応させれば硫酸アンモニアとなる。

畜種別及び物質別にみた敷地境界における悪臭物質濃度と規制基準との比較 (事業場数)

