

第4会場 (食品衛生・薬事衛生、環境保健)

No. 1 ~ 3 座長 金澤 秀行 (栃木県薬務課長)
 No. 4 ~ 6 座長 大橋 俊子 (栃木県県南健康福祉センター参事兼所長)
 No. 7 ~ 9 座長 津久井 哲夫 (栃木県環境保全課長)

| No. | 演 題 | 発表者名 | 発表者所属 | 区 分 | 頁 | 予定時刻 |
|-----|---------------------------------------|--------|--------------------------|---------------|-----|-------|
| 1 | 医薬部外品(生理用品)における品質保証体制 | 渡辺 勝則 | 花王株式会社 栃木工場 | 食品衛生・薬 事衛生 | 133 | 13:35 |
| 2 | 医薬品製造工場としての改善活動事例 | 田中 茂樹 | 持田製薬工場 株式会社 | 食品衛生・薬 事衛生 | 136 | 13:45 |
| 3 | 畜産物中における有機塩素系農薬の迅速検査 方法の検討 | 若林 勇輝 | 保健環境セン ター | 食品衛生・薬 事衛生 | 139 | 13:55 |
| 4 | と畜場に搬入された牛の症状性心内膜炎原因 菌について | 白井 幸路 | 県北食肉衛生 検査所 | 食品衛生・薬 事衛生 | 142 | 14:05 |
| 5 | 高齢者施設等の衛生管理について | 鈴木 克弥 | 安足健康福祉 センター | 食品衛生・薬 事衛生 | 145 | 14:15 |
| 6 | 食品自主検査における弁当・惣菜の衛生状態に ついて | 松島 史朗 | (公財)栃木県 保健衛生事業 団 | 食品衛生・薬 事衛生 | 148 | 14:25 |
| 7 | 堆肥化施設に係る臭気抑制に関する調査(第1 報) | 神野 憲一 | 保健環境セン ター | 環境保健 | 151 | 14:35 |
| 8 | プランクトンから見た湯ノ湖の水質 | 中島 麻依子 | 保健環境セン ター | 環境保健 | 154 | 14:45 |
| 9 | 花火・ヨシ焼きによるPM2.5高濃度化と影響につ いて | 飯島 史周 | 保健環境セン ター | 環境保健 | 157 | 14:55 |
| ⑩ | リスクアセスメントによる製造環境のモニタリング ポイントとデータ管理 | 落合 宏則 | 中外製薬工業 株式会社 品質 研究部 | 食品衛生・薬 事衛生 | 160 | |

「医薬部外品（生理用品）における品質保証体制」

花王株式会社 栃木工場 地区S C 品質保証G ○渡辺 勝則

花王の事業活動



●花王の事業活動

花王の事業活動の原点は、消費者・顧客の立場にたった“よきモノづくり”です。グループ各社・各部門が相互に有機的に連携し合い“よきモノづくり”を通して、世界の人々の喜びと満足のある豊かな生活文化を実現するとともに、社会のサステナビリティ（持続可能性）に貢献することを使命とします。

9ヶ所の国内工場と生産アイテム



皆さまのもとへお届けする、洗剤や化粧品などを、9つの工場生産しています。



●国内工場と生産アイテム

花王は日本国内に 9 つの工場を設けています。

この9つの工場から皆さまのもとへ、サニタリー製品、衣料・台所用洗剤、化粧品、ケミカル製品を安定してお届けできるよう、生産に取り組んでいます。

医薬部外品の生理用ナプキンは、栃木工場・愛媛工場生産され出荷しています。

栃木事業場の概要



栃木工場には、38品種、約600本の桜の木が植えられており、毎年春になると華やかな花をいたる所で咲かせてくれます

栃木工場でつくっている主な製品



●栃木工場の概要

栃木工場は創業1975年で42年目を迎えます。

主な生産品は、生理用ナプキンのロリエ、ベビー紙おむつのメリーズ、大人用おむつのリリーフ、床・トイレ掃除用のクイックル、ケミカル製品の香料を生産しています。

- ・操業 1975年(昭和50年)
- ・所在地 栃木県芳賀郡市貝町赤羽2606
- ・従業員数 1,267名(工場704、研究563)
- ・敷地面積 187,520㎡(東京ドーム約4個分)
- ・ISO 9001認証取得(2001年11月)
- ・ISO14001認証取得(1999年10月)

品質保証活動の基本方針



品質保証活動の基本は、心をこめた“よきモノづくり”

花王の品質保証活動の基本は、「花王ウェイ」の“使命”にある、消費者・顧客の立場にたった、心をこめた“よきモノづくり”です。花王の企業行動指針「花王ビジネスコンダクトガイドライン」に「常に安全性を重視して、品質の高い商品を開発・提供します」と示しています。

1. 品質を評価するのは「消費者・顧客」

消費者・顧客の声を真摯に受け止め、企業活動に反映し、品質の向上に努めています。

2. 「使い続けていただける」商品の提供

絶えざる品質向上と高品質の維持に努め、消費者・顧客に満足して使い続けていただける商品を提供いたします。

3. 「安心して使える」商品づくり

安全性はもちろん、環境にやさしい商品の開発に責任をもっており、安心して使える商品を提供いたします。

4. 「法規制の遵守」

国内外の法規制を遵守するとともに、政府や地方自治体の施策や、国際的な取決めなどに協力いたします。

5. 「透明性の高い」企業活動と説明責任

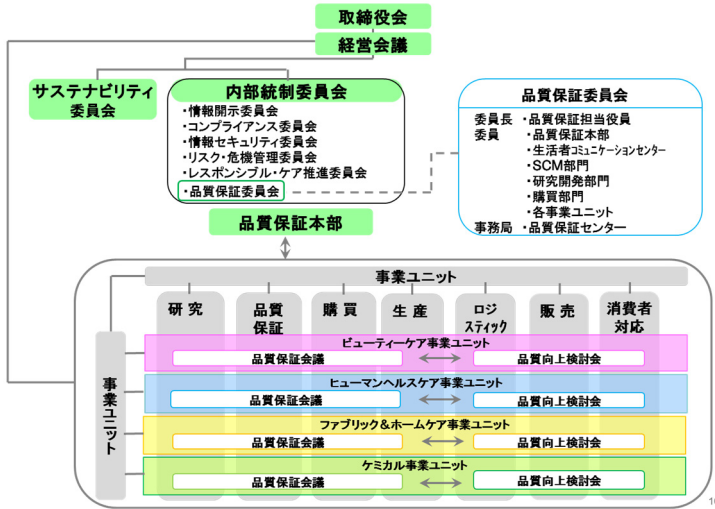
全社員が責任を自覚し、常に公正で透明性のある企業活動を行い、社会に対する説明責任を果たします。

●品質保証活動の基本方針

花王の品質保証活動の基本は、「花王ウェイ」の“使命”にある、消費者・顧客の立場にたった、心をこめた“よきモノづくり”です。

それらを5つの項目に分け、花王の品質保証活動の基本方針としています。

品質保証体制

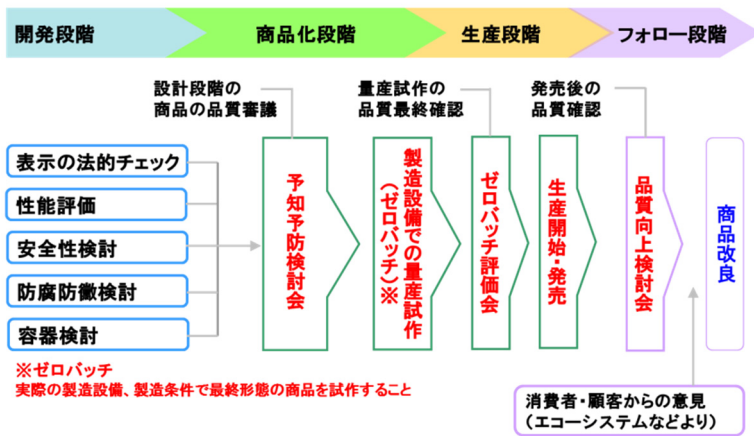


●品質保証体制

花王では、消費者起点で総合的な品質保証体制を構築しています。

内部統制委員会を構成する「品質保証委員会」が品質保証にかかわる全社的な基本方針・重要施策を決定し、全社的な品質保証活動の有効性と信頼性を確認し、品質保証本部が総合的な品質保証責任を担って、全社活動を統括・推進しています。

品質保証フロー



●品質保証フロー

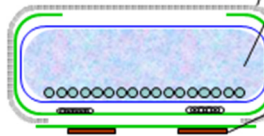
開発・商品化段階では表示の法的チェック、性能評価、安全性評価、防錆・防黴性の確認、包装容器設計に関して各部門で検討し、消費者起点での総合的な評価・確認を予知予防検討会で行い、商品仕様を決定します。商品仕様が決定すると実際の製造設備での量産試作「ゼロバッチ」を行います。この試作の結果を研究開発部門、技術部門、生産部門が集まり「ゼロバッチ評価会」で徹底的に議論し、本生産へ移行します。

生理用ナプキンの構造



生理用ナプキンの製品形態図

| | 平面図 | 備考 |
|---|-----|----------|
| 1 | | 長方形にカット |
| 2 | | 四隅をカット |
| 3 | | 前後を丸くカット |
| 4 | | 凹状にカット |
| 5 | | 凸状にカット |



構成素材

表面材

・不織布

吸収体

・綿状パルプ
・吸収紙
・高吸収ポリマー

防漏材

・不織布(撥水性)
・フィルム

ズレ止め材

・ホットメルト粘着材

要求性能

・液を素早く通過させ液残らない
・柔らかく、さらっとした感触
・表面を流れない

・液を素早く吸収
・吸収後に液戻りしない

・裏面及び側面からの
・モレを防止

・ズレ防止力が高い
・糊がショーツに移行しない

●商品仕様（生理用ナプキンの構造）

生理用ナプキンには消費者のニーズを達成するために、様々な素材を使用しています。

まず、肌に直接触れる液を素早く通過させ液残らない表面材、液を吸収保持する吸収体、吸収した液がモレださないようにする、防漏材、下着にナプキンを固定するためのズレ止め材があり

ナプキン本体を保護するための包装材で構成されています。

衛生管理／異物混入防止



○構造設備

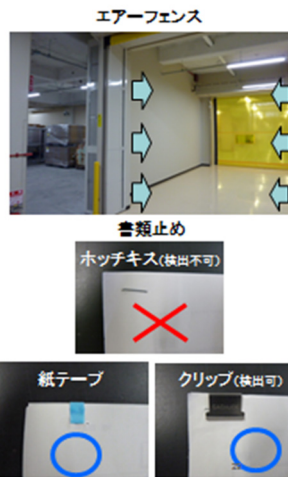
- ・加工室内の陽圧化、出入り口の制限。
- ・電撃殺虫器、捕虫器、防虫カーテンを設置。
- ・原材料搬入時の異物混入(エアフェンス)

○持込み制限

- ・シャープペン、ホチキス等は持込まない。
- ・装飾品着用の制限（指輪等の金風類）
- ・飲食物は持込まない。
- ・観葉植物・花等を持込まない。

○作業員の健康管理

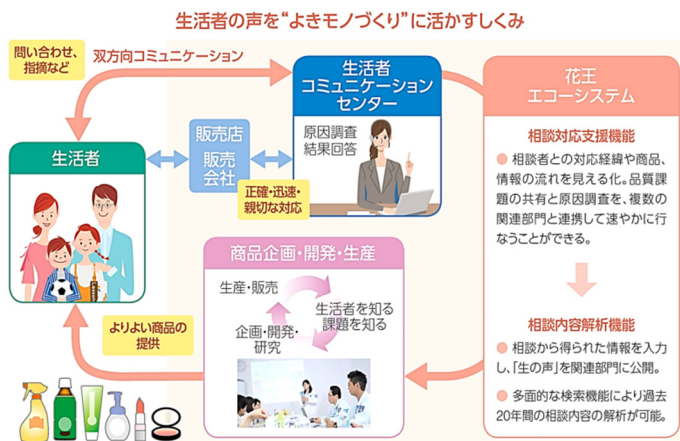
- ・作業前に作業員の健康状態を確認する。



●衛生管理／異物混入防止の対応

衛生管理面では、作業服はの上着の袖や、ズボンは内部にインナーが縫付けられているものを着用し、体毛落下を防止しております。帽子は電石帽を採用して毛髪落下を防ぐようにしています。加工・包装室への入室前には、前室での手洗いや、毛髪や塵埃（じんあい）除去とエアシャワーで付着物を取り除き、手の消毒を行って、加工室内に入室します。設備対応としては、加工室内の陽圧化と原材料搬入時のエアフェンスを施しています。

消費者の声を生かした“よきモノづくり”



●消費者の声を生かしたよきモノづくり

お客さまから寄せられるお問い合わせやご意見を直接的な対話得るために、生活コミュニケーションセンターを開設しています。そこでは、商品に関する様々なお問い合わせに、正確・迅速・親切にお答えするよう努めています。ご相談内容はその日のうちに「エコシステム」に入力され、品質上の課題がないか社内で厳しくチェックされます。そして、蓄積されたこれらの声を“よきモノづくり”に反映しています。

医薬品製造工場としての改善活動事例

持田製薬工場株式会社 生産本部

○田中 茂樹、地蔵 典昭

【改善活動の目的、経緯】

栃木県大田原市に 1991 年に設立した弊社大田原工場は、その後新注射剤棟の建設などを経て 2005 年に持田製薬工場株式会社として分社した。生産部門においては古くより現場改善を目的とした小集団活動を精力的に実施していたが、社内組織の再編や新工場立ち上げなどの環境の変化もあり、活動は休止状態となっていた。

分社後の大田原工場（現本社工場）においては、工場統合や受託製造の開始など業務環境は大きく変貌し、異動や新規採用により人員数が急激に増加したこともあり、分社した当初は設備トラブルやヒューマンエラー等の異常・逸脱が多発したことから、製造・品質管理システムのレベル向上、安定化が求められた。

このような背景を受け、改善活動を再開することとした。以前のようなグループ活動ではなく、個人からの改善提案を、テーマや改善効果に制約を設けずに幅広く受け付け、小さな改善（小変）を積み重ねることで最終的に大きな効果を得られるよう、活動を開始した。（下記資料）

改善提案活動の基本方針

『小変』を奨励し、小さな改善を継続的に積み重ねる。
（ヒットを積み重ねて、じわじわ得点する）

・経緯

: 改善関係セミナーで情報収集(2008年:日本HR協会)
: 自社向けにアレンジ

・活動主旨

: パートタイマーを含む全員参加の活動推進
: 小集団活動(Koujou2:工場向上活動)と連動
: 実施改善を中心に、具体的な改善を推進
: 活動を通じて、法規制や変更管理の理解を進める

改善提案活動の推進メッセージ

- ・ 最善は改善の敵(最善に囚われて何もできない)
- ・ 最善(Best)を目押し、Betterから着手
- ・ 最初からBestな改善でなくても良い
- ・ 改善の積み重ね、連続改善でBestな改善になるはず!
- ・ 「とりあえず一歩」を踏み出せば、次の一歩につながる
- とりあえず できることを改善 → また改善 → さらに改善 ...
- ・ だが、「最初の一歩」がなければ、いつまでも次に進めない

改善のレベル、質 =3段階

- ① ない化(防止・ブルー化)
- ② にく化(難化・レジスト化)
- ③ ても化(影響緩和・波及防止)

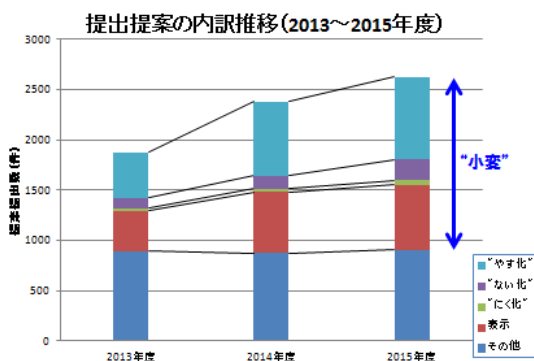
-日本HR協会-



自社用にアレンジ:
“やす化”(容易化・次善)
“ない化”(防止・ブルー化)
“にく化”(難化・抑止化)

小変を推奨し、法規制や変更管理システムとの調和を図ることで提案数は年ごとに着実に増加し、全員参加型の活動を定着させることができた。（下記資料）

“小変” 推奨効果



“小変” の事例

| “小変” | 表題 | 概要 |
|--------------------|------------------------------|---|
| “やす化” (容易化・次善) | 細かく記載表示して、わかりやす化 | ①2品種兼用の検査機の色分け目印を付けて“わかりやす化”の改善をしていた。 ②色別だけでは“思い込み間違い”の可能性があり、更に目印に数値を記載した。 |
| “ない化” (防止・ブルー化) | 段ボールラベラー止まらない化 | ①設備側のチョコ原因を改善した。 ②資材側の原因でラベルの剥離不良があり、台紙の材質を変更して剥離しやすく改善して、更にチョコ停を減少させた。 資材単価も下がり、コストウも達成した。 |
| “にく化” (難化・抑止化) | 段ボール箱のすき間に緩衝材を入れてズレにく化(添付文書) | 添付文書の納められた箱のすき間のため、文書束の位置がずれて、取り出しが困難であった。箱のすき間に緩衝材を入れてズレを無くし、作業性・正確性を向上させた。 |

以下に実際に改善に至った特徴的な事例を 3 例紹介する。

【改善事例 1】

事例①「不良検体の作製方法」

【要旨】

- 検査機の検知能力の恒常性を確認するための「不良検体」の作製方法に関する改善

【改善前】

- 工程で発見された不良錠は稀にしか得られない。
- 不良検体の作製には熟練を要する。
 - 錠剤表面に手作業でマジックインキを転写
- 目的の数量の作製に多くの時間を要する。
- 再現性の面でも問題があった。

事例①「不良検体の作製方法」

【改善後】

STEP1

……「日本薬学会135年会」発表 (2015年4月)

- 市販のインクジェットプリンターを改造
 - 作製時間の大幅削減
 - 熟練者以外の誰でもできる
 - 不良検体の色:1,700万色に対応可能

STEP2

- 業務用プリンターの導入
 - より高精度・高再現性の不良検体作成方法へ発展
 - さらに短時間に、また一度に大量に印刷できる
 - 繊維状あるいは任意の形状の検体作成可能
 - 大型の錠剤や、錠剤側面にも印刷可

1 例目は、錠剤の外観検査に用いる不良検体の作製に関する改善である。従来これらの不良は、実際の工程で得られたものを検体とするか、熟練した担当者により手作業で作製していた。しかしながら工程から得られるのは稀であり、手作業での作製は時間を要する上にバラツキも大きく、安定して検体を得るのが困難であった。

そこで弊社は改善の第1段階として、市販のインクジェットプリンタを改造して用いることで、手作業を排除し、短時間で多量の検体を再現性良く作製することに成功した。しかしながら錠剤側面への印刷ができないなどの課題が残ったことから、第2段階として、業務用プリンタを導入した。業務用プリンタはより高精度・高再現性の印刷が可能で、一度に多量の錠剤を扱うことができ、さらに錠剤の大きさ、形状に制約を受けず、側面にも印刷可能である。

検体を再現性よく、多量に作製することが可能となることで、複数の検査機での外観検査や、複数の製造所での外観検査の水準を揃えることが可能となる。

【改善事例 2】

事例②「作業衣の洗濯方法改善」

【要旨】

- 注射剤製造補助エリアで用いる作業衣の微生物管理レベルの向上を図るための、クリーニング方法の改善

【改善前】

- 注射剤無菌製造エリアで用いる作業用無塵衣は特別に管理されたクリーニング方法を採用している。
 - 環境管理下、最終リンス水に0.2 μ mのろ過水を使用
 - さらに、使用時は高圧蒸気滅菌を行う
- 一方、製造補助エリアの作業衣については、汚れを落とす事を目的に、通常クリーニングを採用していた。

事例②「作業衣の洗濯方法改善」

【改善後】

- 業者と共同で過酢酸含有洗剤の使用を検討した。
- 実験的に芽胞形成菌を作業衣表面に付着させ、洗剤による減少効果を確認した。
- 生地に傷みが生じない事を確認した。
- 併せて、残存酢酸臭をコントロールする方法を検討した。

その結果、

- 作業衣付着微生物を「一定レベル」以下で制御可能となった。
- さらに作業環境菌のレベルが減少した。
- 注射剤製造環境の維持管理に寄与した。

2 例目は、注射剤製造エリアで用いる作業衣のクリーニング方法に関する改善である。従来弊社では、製造補助エリアで使用する作業衣について、特に微生物管理を要求しない通常のクリーニングを採用していたが、作業衣由来と考えられる環境微生物の検出が度々生じていた。

そこで当該作業衣のクリーニング時に、過酢酸含有洗剤を導入し、作業衣付着微生物を一定レベル以下で管理することが可能となった。その結果、環境微生物モニタリングでの微生物検

出頻度も減少した。

【改善事例 3】

事例③ 「PTP自動包装機のチョコ停削減」

【要旨】

- PTP包装時の錠剤飛び出し防止により、生産性が高まった。

【改善前】

- ある製品のPTP包装中にチョコ停が多発していた。
 - 本来収まるべきPTPシートのポケット位置に収まらず、錠剤が飛び出してしまう事が原因であった。
 - 製品特性(滑り性等)も影響していた。
- チョコ停の影響は以下の通り
 - 1日の製造工程当たり、10~20回の停止発生
 - 錠剤や資材の廃棄、復旧のための時間ロス発生

事例③ 「PTP自動包装機のチョコ停削減」

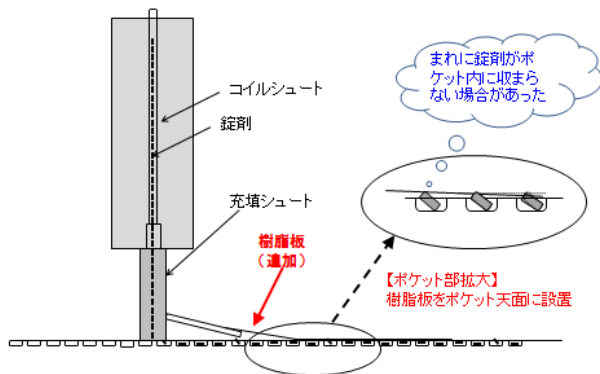
STEP1

- ポケット内での錠剤の位置ズレを補正するための“樹脂板”を自作した。
- 多少の効果はあったが、錠剤飛び出し“ゼロ”は達成できなかった。

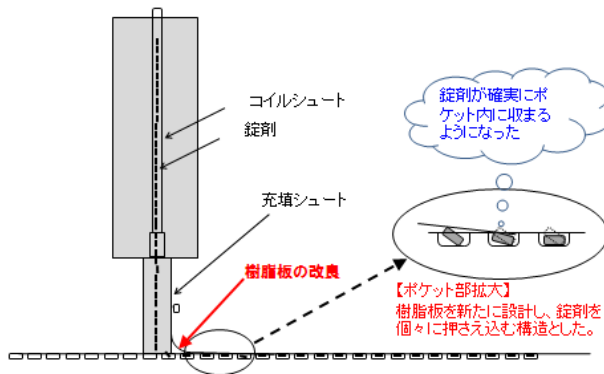
STEP2

- 錠剤の位置ズレをより確実に補正するためのガイドデザインを再検討した。
- 設備メーカーに正規品として発注し装着した。
- 錠剤飛び出しゼロに対し、かなりの効果を得た。

STEP1 充填シュート出口に樹脂板追加



STEP2 樹脂板の形状の改良



3例目は、錠剤のPTP包装工程における改善である。ある製品のPTP包装において、錠剤がPTPシートのポケット内で位置ずれを起こし、ポケットから飛び出してしまうことで不良が発生し、その都度作業を中断して対応する状況であった。改善の第1段階として、ポケット内の錠剤の位置を補正する樹脂板を作成し、一定の効果を得たが、錠剤の飛び出しを完全に解消するには至らなかった。第2段階として、樹脂板に改良を加え、ポケット内の錠剤を個々に押し込め込むことにより、確実な位置補正が可能となり、錠剤飛び出しをほぼ完全に解消することができた。

【今後に向けて】

改善提案活動を通じて社員の改善意識を高め、製造管理・品質管理のレベル向上に寄与することができた。引き続きレベル向上、安定製造の維持に努めながら、「無駄の排除」、「固定観念の打破」の観点も加え、今年度も活動を推進中である。

以上

畜産物中における有機塩素系農薬の迅速検査方法の検討

栃木県保健環境センター ○若林 勇輝 松下 和裕 斎藤 仁美
大山 周子 黒崎 かな子

1 はじめに

当センターでは年間 10 検体の豚、鶏、牛の主に脂肪について有機塩素系農薬の残留農薬検査を行っている。畜産物中の農薬検査においては、厚生労働省通知¹⁾により、精製にゲル浸透クロマトグラフィー（以下 GPC）を使用することとされているが、当センターには GPC が無いため、液-液抽出による独自の方法で行っている。しかし、この方法は操作が煩雑であるため時間を要し、さらに試薬の使用量が多いという問題がある。

農産物中の残留農薬検査においては近年、QuEChERS 法等の迅速分析法が多数報告されているが、畜産物中の有機塩素系農薬に関する迅速検査法の報告は少ない。そこで、当該検査の迅速簡易化を図る検討を行ったところ、若干の知見が得られたので報告する。

2 実験方法

2-1 検討項目

塩素系農薬 5 項目

総 BHC (α -BHC、 β -BHC、 γ -BHC、 δ -BHC)、総 DDT (p,p-DDE、p,p-DDD、o,p-DDT、p,p-DDT)、アルドリン及びディルドリン、エンドリン、ヘプタクロル（ヘプタクロル、エキソエポキシド体及びエンドエポキシド体）の 14 化合物

2-2 試料

鶏、豚、牛の脂身

2-3 試薬

標準品には、和光純薬工業(株)、Riedel-de Haën 社、AccuStandard, Inc 社製残留農薬分析用を用いた。その他の試薬は、関東化学(株)及び和光純薬工業(株)製を、固相抽出カラム (C18、C18/PSA)、多孔性ケイ藻土カラムはジェールサイエンス(株)製を用いた。

2-4 前処理方法

図 1 前処理フローにおける試験法(A)、(B)、(C)のとおり

2-5 標準液の調製方法

各農薬標準品 10 mg を適宜溶解希釈混合し、混合標準液（以下 n-STD）を調製した。マトリクス添加標準液（以下 M-STD）は各試験法により得られた試験溶液（以下 MTBL）の一定量を採り、乾固した後、同量の混合標準液に再溶解して調製した。

2-6 添加回収試験

各試料に n=2 で検討項目の基準値相当量になるよう添加し、試験法(A)では n-STD を、試験法(B)、(C)では M-STD を用いて、得られたピーク面積の比較により回収率を算出した。また、n=2 で実施した添加回収試験液間の回収率の差を算出した。回収率の目標値は 70~120%、回収率の差の目標値は 10 未満とした。

2-7 装置及び測定条件

装置：(株)島津製作所製 GC2010

検出器：電子捕獲型検出器 (ECD)

カラム：アジレント・テクノロジー社製 DB-5 30m×0.25mm 膜厚 0.25 μ m

カラム温度：50°C(1min)→20°C/min→200°C→5°C/min→230°C(5min)→15°C/min→320°C(22min)

キャリアガス：He

3 結果、考察

3-1 試験法(A)の検討

当センターの畜産物の試験法であるが、回収率が目標値を満たさない項目が多かった。回収率が低い原因としては抽出が不十分であること、高すぎる原因としては脂肪等の夾雑物の影響が考えられた。

3-2 試験法(B)の検討

回収率の改善のため、抽出溶媒を検討したところ、極性の低い溶媒ほど回収率は高くなる傾向がみられた。そこで、抽出溶媒を n-ヘキサンとし、精製の有効性を検討するため、液液分配の工程を導入した。また、n-STD

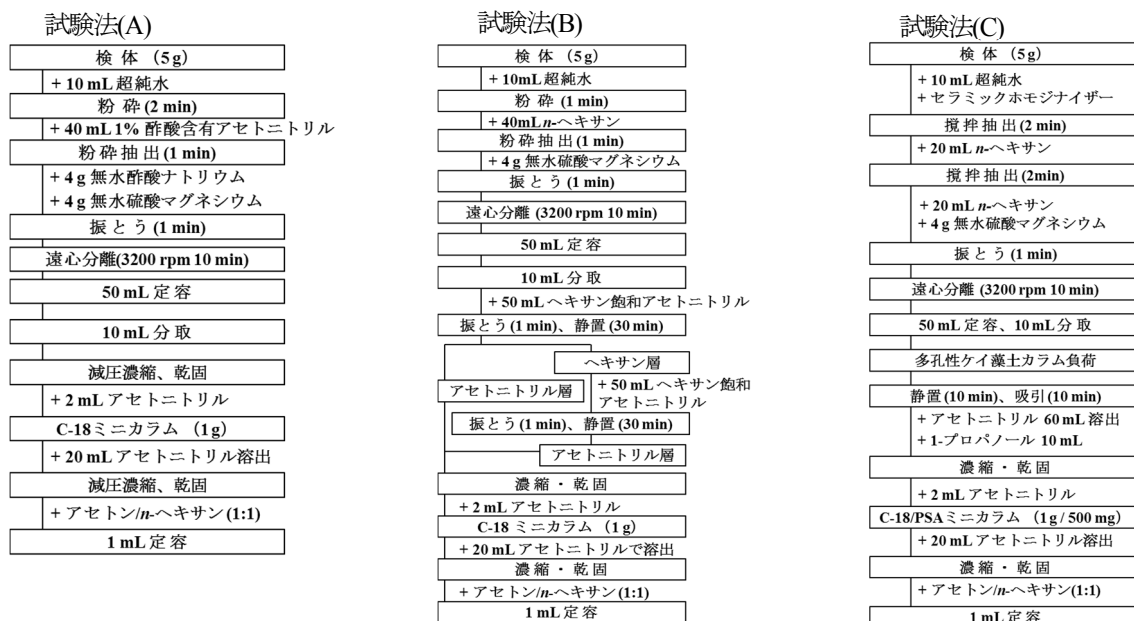


図1 前処理方法

と M-STD を比較したところ、総 DDT やディルドリンにおいてピーク面積値に大きな差がみられ、ピークの分離についても違いがみられたため、添加回収試験の評価は M-STD を用いることとした(試験法(B))。その結果、試験法(A)と比べ、回収率には改善がみられたが、回収率の差が大きい項目が多くなった。また、精製は有効と思われたが、液液分配では、使用器具、溶媒量、処理時間が増加し、当初の目的である迅速簡易化には適さないと考えられたため、試験法(B)について問題点を一つずつ検討することにした。

3-3 問題点の検討

3-3-1 回収率の差

n-ヘキサンによる粉碎抽出時には、ポリトロンシャフトに大量の付着物があり、これを回収する際に差が出たのではないかと考えられた。そこで、抽出方法を粉碎抽出からボルテックスミキサーによる攪拌抽出に変更したところ、器具への付着物はなくなり、回収率の差が小さくなった(表1)。また、さらなる簡易化、迅速化を図るため、抽出方法はセラミックホモジナイザーを使用した攪拌抽出を導入した。

3-3-2 精製方法の迅速化

液液分配に替わる迅速簡易的な精製方法として、上野の方法²⁾を参考にして多孔性ケイ藻土カラム(以下カラム)を導入したところ、精製方法の迅速化が図れたものの、回収率の差が大きい項目がみられたため、試料を負荷した後の静置時間、吸引時間、溶出溶媒量について検討した。静置時間では、吸引時間を10分に固定し、0、5、10、15分を検討対象とした。その結果、10分以上で良好な値を示した。静置時間は、試料がケイ藻土内へ浸透するための時間であり、短いと脂肪等のケイ藻土への吸着が不十分になることが原因と考えられる。吸引時間では、静置時間を10分に固定し、0、5、10、15分を検討対象とした。その結果、10分で良好な値を示した。吸

表1 粉碎抽出と攪拌抽出

| 農薬名 | 粉碎抽出 | | 攪拌抽出 | |
|------------|---------------|-----------|---------------|-----------|
| | 回収率 平均値(%) | 回収率の 差 | 回収率 平均値(%) | 回収率の 差 |
| α-BHC | 90.6 | 14.3 | 77.0 | 6.4 |
| β-BHC | 74.8 | 7.9 | 105.5 | 2.6 |
| γ-BHC | 92.4 | 6.3 | 72.6 | 0.6 |
| δ-BHC | 92.4 | 6.3 | 75.8 | 0.4 |
| o,p'-DDT | 90.2 | 7.2 | 81.5 | 8.1 |
| p,p'-DDD | 117.3 | 10.5 | 100.9 | 11.8 |
| p,p'-DDE | 93.2 | 8.9 | 77.0 | 9.3 |
| p,p'-DDT | 91.5 | 8.3 | 81.5 | 11.6 |
| アルドリン | 91.3 | 12.6 | 76.5 | 6.7 |
| エンドリン | 96.0 | 11.6 | 70.1 | 3.2 |
| ディルドリン | 91.1 | 12.1 | 63.9 | 0.7 |
| ヘプタクロル | 91.1 | 6.2 | 82.4 | 6.1 |
| ヘプタクロルexo | 97.0 | 11.5 | 75.8 | 3.8 |
| ヘプタクロルendo | 98.2 | 11.5 | 79.1 | 6.2 |
| 平均値 | 93.4 | 9.7 | 80.0 | 5.5 |

■ : 回収率の目標値を満たさなかった項目
■ : 2回の差が10以上の項目

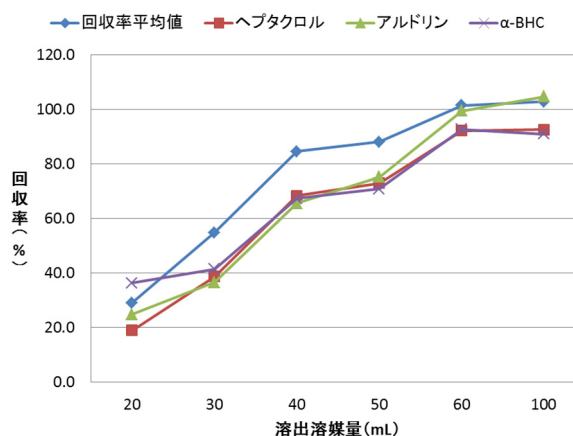


図2 溶出溶媒量検討結果

引時間は、カラム中に残っていた *n*-ヘキサンを除去するための時間であり、短いと溶解した脂肪等の夾雑物が同時に溶出してしまうことが考えられ、一方、長いと農薬に揮発等の影響が出ることが考えられた。溶出溶媒量では、静置、吸引時間共に 10 分で固定し、20、30、40、50、60、100mL を検討対象とした。その結果、すべての農薬で、溶媒量に依存して回収率は上がり、40mL 以上で平均値は 80%以上を示し、回収率の差では、30,40,60,100 で 10%程度を示した。そこで、各農薬をみたところ、ヘプタクロル、アルドリン、 α -BHC において、他と比べ回収率が低く、60mL 以上で良好な回収率を示した (図 2)。以上より、多孔性ケイ藻土カラム精製における静置時間及び吸引時間の条件は共に「10 分」、溶出溶媒量は「60mL」が適していると考えられた。

3-4 精製工程の追加

MTBL 及び M-STD のクロマトグラム上で、脂肪や脂肪酸を含む夾雑物の影響と思われるベースラインの盛り上がりやピークが確認され、さらなる精製が必要と考えられた。そこで、脂肪酸除去を目的として、固相抽出カラムを C18 から C18/PSA に変更し検討した。その結果、MTBL、M-STD のクロマトグラムにおいて、夾雑ピークの減少及びベースラインの安定化がみられ、精製効果が向上したことが確認された (図 3)。

3-5 迅速検査法の確立、妥当性評価

3-3、3-4 の結果を取り入れ、試験法(C) (迅速検査法) を確立した。その結果、現行法では、前処理に 2~3 日要し煩雑であるのに対し、本法では 1 日で処理が可能となり、大幅な迅速簡易化を図ることができた。さらに使用溶媒量は 334mL から 143mL と大幅に削減することができた。そこで、本法について牛の脂身を用いて、妥当性評価を行った。国のガイドライン³⁾に従い、一日 2 併行で 5 日間実施し、真度、併行精度及び室内精度を算出した。その結果、すべての農薬について、目標値を満たした (表 2)。

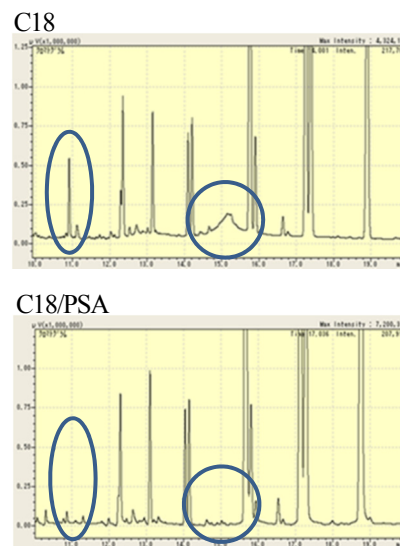


図 3 C18 と C18/PSA カラム精製の違い

4 まとめ

今回の検討の結果、抽出方法として *n*-ヘキサンによるセラミックホモジナイザーを用いた攪拌抽出、精製方法として多孔性ケイ藻土カラム及び C18/PSA カラムを使用することにより、良好にかつ迅速簡易的に畜産物の脂身から塩素系農薬を抽出できる迅速検査法を確立した。今後は、鶏及び豚の脂身を用いた妥当性評価を行い、行政検査に適用することとする。

参考文献

- 1) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知、食安発第 0124001 号、平成 17 年 1 月 24 日
- 2) 上野英二、日本農薬学会誌、35、74-78(2010)
- 3) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知、食安発 1224 第 1 号、平成 22 年 12 月 24 日

表 2 牛脂身妥当性評価結果

| | 回収率平均値 (%) | 併行精度 | 室内精度 | 適否 |
|---------------|------------|------|------|------|
| γ -BHC | 89.3 | 4.9 | 6.5 | すべて適 |
| ヘプタクロル | 91.3 | 6.9 | 7.2 | |
| アルドリン | 90.5 | 7.2 | 6.7 | |
| ヘプタクロル exo | 104.4 | 7.2 | 7.0 | |
| ヘプタクロル endo | 104.4 | 7.0 | 6.8 | |
| p,p-DDE | 108.4 | 8.2 | 9.1 | |
| ディルドリン | 107.2 | 8.3 | 7.7 | |
| エンドリン | 107.1 | 7.3 | 6.0 | |
| p,p-DDD | 108.3 | 8.2 | 10.1 | |
| o,p-DDT | 106.0 | 7.7 | 9.6 | |
| p,p-DDT | 107.1 | 8.1 | 11.1 | |
| α -BHC | 82.3 | 6.7 | 12.7 | |
| β -BHC | 105.1 | 7.2 | 8.3 | |
| δ -BHC | 99.4 | 5.4 | 8.9 | |
| 目標値 | 70~120 | <10 | <15 | |

1 はじめに

当所では、疾病に罹患した獣畜の食肉や内臓等(以下、食肉等)を排除し、安全な食肉等の流通を目的として法令に基づきと畜検査を実施している。敗血症は、食用に供することができず食肉等を全部廃棄しなくてはならない疾病の一つであり、種々の細菌感染によって起こる全身性の中毒症状に対する総括的な名称である¹⁾。と畜検査では、表 1 に示す「新・食肉衛生検査マニュアル(全国食肉衛生検査所協議会 編)」に記載されている定義¹⁾を用いて検査を行っているが、解体処理開始後に無菌的に血液を採取することが困難なため、病理学的所見が重要な手がかりである。特に、病原体が血液中に侵入し心臓内部に付着・増殖した結果形成される症状性心内膜炎は、敗血症を疑う最も重要な所見である。安全な食肉等の流通に寄与するためには、病理学的所見を十分に把握するための肉眼検査は言うまでもなく、細菌感染を科学的に証明する微生物検査の精度向上が求められている。

これらのことから、と畜検査及び微生物検査を、より一層迅速かつ正確に実施するための基礎資料を得ることを目的とし、N 食肉センター(以下、「N センター」とする。)における症状性心内膜炎を伴う敗血症発生状況とその原因菌の分離状況を調査した。

表 1 と畜検査における敗血症の定義

| |
|--|
| 種々の細菌によって起こる以下のもの |
| ① 全身性の症状を呈し、血液中に菌の存在が確認されたもの |
| ② 病理学的に敗血症を疑う所見を呈し、臓器、リンパ節、枝肉のいずれか 2 か所以上から同一の菌種が分離されたもの |
| ③ 病理学的に敗血症の一般所見を呈するもの |

2 材料と方法

平成 27 年 4 月から平成 29 年 3 月までに N センターにおいて解体処理されと畜検査を行った牛 10,210 頭を調査対象とし、と畜検査の結果得られた診断名及び所見の調査を行った。症状性心内膜炎を伴う敗血症と診断された牛(119 頭)(以下、「罹患牛」とする。)のうち、106 頭を微生物検査対象(以下、「検査牛」とする。)とし、症状部、肝臓、腎臓、脾臓、肺等の主要臓器から選んだ 3 種類以上の臓器片(罹患牛 1 頭当たり 4 種を基本としたが、所見や採材状況により 3 から 6 種を用いた)を、無菌的に 5%羊血液寒天培地(自家調整、基礎培地;トリプトソーヤ寒天培地(日水製薬株式会社))に直接スタンプし、37℃、24 以上時間(最大 96 時間)好気及び嫌気条件下で分離培養した。発育したコロニーの性状やグラム染色、カタラーゼ試験等の結果から原因菌の推定を行った。症状部スタンプ塗抹のグラム染色において確認された菌形態を確認し、表 1 に示す定義②に該当する複数の臓器から分離された菌を原因菌とした。単一臓器からのみ分離された場合は、原因菌の推定不能とした。原因菌の一部は、アピ コリネ、アピ スタフ及びアピ ストレップ(すべてシックスピオメリュー)を用いて同定を行った。

3 結果

調査対象において全部廃棄となった原因を表 2 に示した。疣状性心内膜炎を伴う敗血症は、ホルスタイン種(116 頭)、黒毛和種(2 頭)、ホルスタイン種以外の乳用種(1 頭)で確認され、月齢平均は 69.6(最大 152、最小 8、標準偏差 28.3)であった。搬入された月では、11 月が 3 頭と最も少なかったが、他の月は 10 頭前後で明確な傾向は認められなかった。罹患牛とと畜検査合格となった牛における所見を比較したところ、疣状性心内膜炎以外では、腎臓壊死、腎臓膿瘍、褪色肝、脾腫、肺膿瘍、筋膿瘍、心冠脂肪水腫、骨膿瘍及び皮下膿瘍が、罹患牛で多く見られた。

微生物検査を実施した検査牛のうち 99 頭(93.4%)から原因菌が分離され、*Trueperella pyogenes*が最も多く、2 種類の菌が同時に分離された罹患牛も確認された(表 3)。原因菌の一部は、*Streptococcus agalactiae*、*S. dysgalactiae ssp. dysgalactiae*、*S. suis* II と同定されたが、簡易同定キットでは判定できないものもあった。疣状部に加え主要臓器から複数選り原因菌の分離状況を比較したところ、肝臓(81.5%)、脾臓(80.0%)、腎臓(79.0%)、肺(67.6%)順に分離率が高かった。特徴的な所見であったミイラ胎児や心筋膿瘍、著しい腫脹を伴ったリンパ節からは 85.7%の確率で原因菌が分離された。

表 2 調査対象における全部廃棄原因

| | 頭数 | (割合) |
|-------------------|-----|--------|
| 牛白血病 | 189 | (56.3) |
| 敗血症 ^{a)} | 119 | (35.4) |
| 尿毒症 | 14 | (4.2) |
| 高度の黄疸 | 6 | (1.8) |
| 膿毒症 | 6 | (1.8) |
| 全身性腫瘍 | 2 | (0.6) |
| 総計 | 336 | (100) |

^{a)}疣状性心内膜炎を伴う敗血症

表 3 疣状性心内膜炎を伴う敗血症原因菌の検出状況

| 原因菌 | 頭数 | 割合(%) |
|--|-----|-------|
| 1 菌種 | 86 | 81.1 |
| <i>Trueperella pyogenes</i> | 56 | 52.8 |
| <i>Streptococcus spp.</i> | 21 | 19.8 |
| <i>Staphylococcus spp.</i> | 5 | 4.7 |
| グラム陽性球菌 | 2 | 1.9 |
| グラム陽性偏性嫌気性桿菌 | 1 | 0.9 |
| グラム陰性桿菌 | 1 | 0.9 |
| 2 菌種 | 13 | 12.3 |
| <i>T. pyogenes</i> 及び <i>Streptococcus spp.</i> | 7 | 6.6 |
| <i>T. pyogenes</i> 及び <i>Staphylococcus spp.</i> | 4 | 3.8 |
| <i>T. pyogenes</i> 及び <i>Fusobacterium spp.</i> | 1 | 0.9 |
| <i>T. pyogenes</i> 及び グラム陰性桿菌 | 1 | 0.9 |
| 推定不能 | 7 | 6.6 |
| 総計 | 106 | 100 |

調査期間の2年間に罹患牛が複数頭確認された生産農家は14戸、1頭の発生のみであった生産農家は73戸であった(表4)。最大7頭の罹患牛が確認されたA及びB生産農家では、*T. pyogenes*、*Streptococcus spp.*、*Staphylococcus spp.*及びグラム陽性偏性嫌気性桿菌など複数の菌種が分離された。出荷頭数に占める罹患牛の割合が20.0%に達する生産農家の存在も確認できたが、原因菌は*T. pyogenes*、*S. agalactiae*、*S. dysgalactiae ssp. dysgalactiae*と様々であった。

表4 生産農家の内訳

| 発生数(頭) | 農家数 |
|--------|-----|
| 7 | 2 |
| 4 | 3 |
| 3 | 2 |
| 2 | 7 |
| 1 | 73 |
| 合計 | 87 |

4 考察

2年間と短期間であったが、本調査により症状性心内膜炎を伴う敗血症の発生状況の一部を把握することができた。特に、症状性心内膜炎以外の特徴的な敗血症の所見として、腎臓、肺、筋肉及び皮下の化膿性所見が多く見られたことは、今後の肉眼検査に用いることができると思われる。

3種類以上(4種類を基本)の臓器を分離培養する積極的な原因菌の探索を行ったところ、90%以上から原因菌の推定が可能となり、10%以上の罹患牛から2菌種分離することができた。一方で、本調査の検査方法では原因菌の推定ができなかった罹患牛がいた。このことは、本調査の検査方法の方向性を裏付けるものであるが、検出できない菌が存在する可能性も示している。すべての臓器を検査に用いることが理想ではあるが、現実にはいくつかの臓器を選択し効率的に検査を実施する必要がある。本調査で得られた各臓器における分離率を参考に優先的に検査に用いる臓器を選択することは、原因菌の推定率の向上と検査の効率化に寄与すると思われる。

生産農家別の発症状況を合わせて調査した結果、罹患割合が非常に高い農家の存在が明らかとなった。調査を行ったNセンターで処理される牛の多くが廃用牛である現状と、複数菌種が分離されていることを考慮すると、特定病原菌の流行を示している可能性は低いと思われたが、今後も注視していく必要があると思われた。

本調査は2年間と短い期間であったことから、今後も調査を継続するとともに、過去の所見等のとりまとめを行い、と畜検査や微生物検査に役立てていきたい。

5 参考文献

1] 「新・食肉衛生検査マニュアル」 全国食肉衛生検査所協議会・編 (中央法規出版)

高齢者施設等の衛生管理について

安足健康福祉センター ○鈴木 克弥 菅沼 美香 池田 雅之 荒川 美果
高橋 司 船渡川 誠（現薬務課） 本澤 壮美（現
県南健康福祉センター） 山田 雅彦（現栃木健康福
祉センター）

1 はじめに

食品の製造又は加工における衛生管理の手法については、食品事故等の危害を防止して食品の安全性を確保するため HACCP の導入が進んでいるが、高齢者施設等の給食施設では、調理器具等の洗浄や消毒、原材料の検収方法が不十分であるなど、衛生管理の不備が確認されている。

そのため、平成 27 年度から感染症予防機動班を活用して、給食施設の衛生管理状況について実態調査を実施したところ、若干の知見が得られたので報告する。

2 調査方法

(1) 調査概要

調査期間：平成 27 年 6 月～平成 28 年 12 月

調査方法：管内の給食施設 53 施設を対象に、①調理器具等の清浄度〔ATP+AMP ふき取り検査（以下「ふき取り検査」という。）及びスタンプ検査〕、②調理室内の作業環境（温度・湿度）、③原材料の検収記録（品温の測定等）について調査した。

なお、調査結果は、業態別に①高齢者施設（39 施設）、②保育施設（14 施設）の 2 つに区分して比較し、併せて業者委託の状況も確認した。

(2) 調理器具等の清浄度検査

ア ふき取り検査：ATP+AMP ふき取り検査測定器〔ルミテスターPD-30（キッコーマン(株)製）〕を用い、施設内の①冷蔵庫取っ手（全体）、②使用水の給水栓、③調理台（盛り付け台中央の 10 cm 四方）の 3 か所をふき取り、測定した。

イ スタンプ検査：スタンプ培養法のフードスタンプ「ニッスイ」（日水製薬(株)製）を用い、調理に使用する①包丁、②まな板、③調理台の 3 か所を対象とし、菌培養を行い判定した。

(3) 調理室内の作業環境測定

作業環境は、ハンディ型温度・湿度計 HN-EH（(株)チノー製）を用い、建築物における空気環境の測定方法（測定点の高さは、床上 75cm 以上 120cm 以下）を参考に、実際の作業環境に近い床面から約 1 m の高さで温度・湿度を測定した。

(4) 原材料の検収記録調査

検収時に実施している冷蔵食品等の品温測定について、①品温の検収記録が適切か、②検収温度が食品の保存温度を逸脱していないか、③不適時（検収温度の逸脱時）の対応方法が決められているかを調査した。

3 調査結果

(n=48)

(1) 調理器具等の清浄度検査の結果

ア ふき取り検査

結果は、図 1~3 のとおりであった。冷蔵庫取っ手では、高齢者施設の 64% (23 施設)、保育施設の、50% (6 施設) で清浄度が 5,001RLU 以上と高く、洗浄が不十分であることが確認された。

高齢者施設は、給水栓の 64% (23 施設)、調理台の 67% (24 施設) でも清浄度が 5,001 RLU 以上であった。

保育施設では、給水栓の 50% (6 施設)、調理台の 42% (5 施設) で清浄度が 5,001 RLU 以上であった。

なお、洗浄が十分行われている清浄度が 200 RLU 以下の施設は、冷蔵庫取っ手では、保育施設の 1 施設、給水栓では、高齢者施設の 2 施設、保育施設の 2 施設であった。また、調理台では、高齢者施設の 2 施設、保育施設の 1 施設で清浄度が 200 RLU 以下であった。

イ スタンプ検査

全 53 施設を対象に実施し、集落数 0 の場合を陰性、1 以上の場合を陽性とし、陽性の場合、集落数 1~29 の場合を (+)、30 以上を (++) とし、2 段階で評価した。全体では、調理台の陽性率が一般細菌数及び大腸菌群とも最も多く、一般細菌数で 83% (44 施設)、大腸菌群でも 28% (15 施設) の施設が陽性を示し、器具等の洗浄・消毒が不十分であった。業態別で見ると、高齢者施設では、調理台で一般細菌数の陽性率が 90% (35 施設) と高く、そのうち、33% (13 施設) で集落数が多い (++) であった。包丁で 34% (13 施設)、まな板でも 32% (12 施設) の施設で一般細菌数が陽性であった。また、保育施設では、調理台で一般細菌数の陽性率が 64% (9 施設) と高い結果であった。

なお、洗浄消毒が適切で、包丁、まな板、調理台ともに一般細菌数と大腸菌群の両方が陰性であった施設は、高齢者施設で 1 施設、保育施設で 5 施設あった。

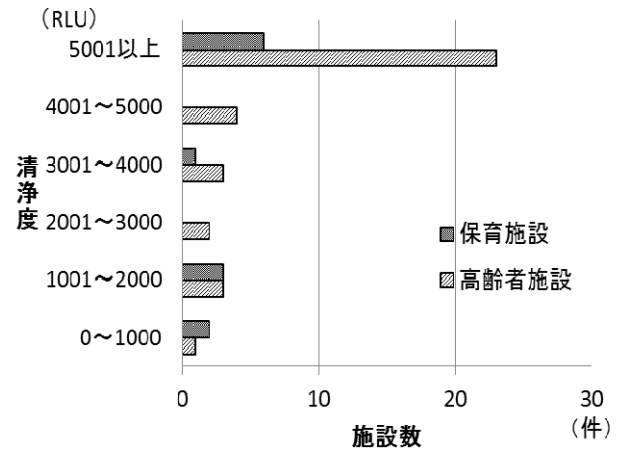


図 1 冷蔵庫取っ手の清浄度

(n=48)

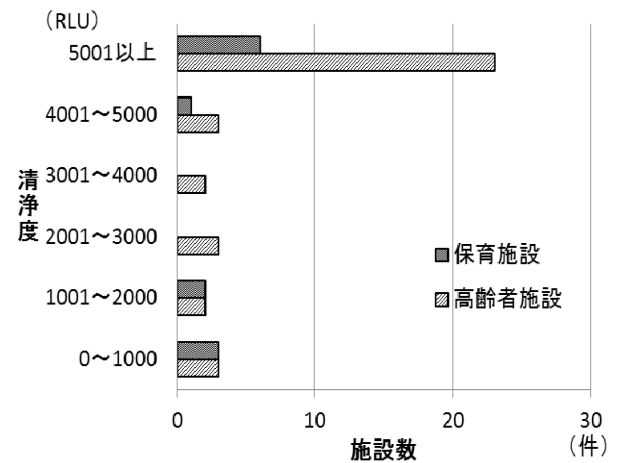


図 2 給水栓の清浄度

(n=48)

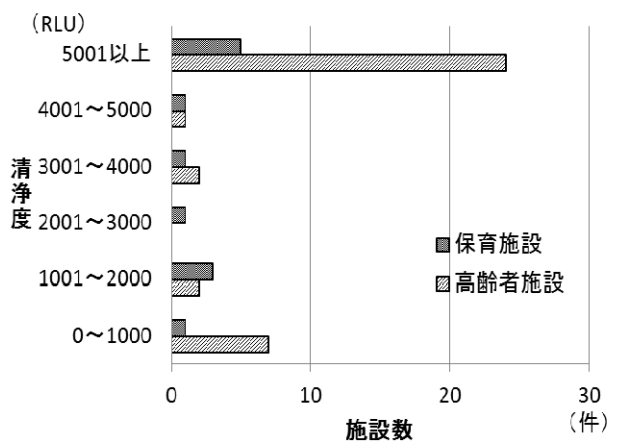


図 3 調理台の清浄度

(2) 調理室内の作業環境測定の結果

調理室内の温度・湿度の結果は表 1 のとおりで、微生物等の増殖しやすい環境かどうかを 3 区分に分けて集計した。温度では、20～25℃の施設が全体の 49% (26 施設) を占めていた。次に 25℃以上の 40% (21 施設)、20℃未満の 11% (6 施設) の順であった。相対湿度では、60%未満の施設が 74% (39 施設) と最も多く、次に 60～80%未満の 26% (14 施設) であった。カビ等の増殖の危険性が高い、温度 25℃以上の施設は 40% (21 施設) あった。業態別では目立った傾向はなかった。

表 1 調理室内の温度・湿度

| 検査項目 対象施設 | 温度(℃) | | | 湿度(%) | | |
|--------------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|
| | 20℃未満 | 20～25℃ | 25℃以上 | 60%未満 | 60～80% | 80%以上 |
| 高齢者施設 | 5 | 18 | 16 | 30 | 9 | 0 |
| 保育施設 | 1 | 8 | 5 | 9 | 5 | 0 |
| 合計 | 6 | 26 | 21 | 39 | 14 | 0 |

(3) 原材料の検収記録調査の結果

検収記録では、全体の 68% (36 施設) の施設が品温を確認し記録していたが、32% (17 施設) の施設は、品温の測定をしているが記録がない又は記入漏れがあった。また、品温記録のうち、食品の保存温度を逸脱していた施設が 17% (8 施設) あった。不適時 (検収温度の逸脱時) については、対応方法を決めていない施設が 43% (23 施設) と最も多く、次に食品を返品する 42% (22 施設)、そのまま受け入れる 15% (8 施設) の順であったが、業態別では目立った傾向はなかった。

4 考察

今回の調査は、調査対象施設を業態別に①高齢者施設、②保育施設の 2 つに区分して実施した。ふき取り検査の結果は、高齢者施設で 6 割以上の施設で冷蔵庫取っ手、給水栓及び調理台で清浄度が 5,000RUL を超え、スタンプ検査の結果でも一般細菌数、大腸菌群とも高い陽性率を示し、調理器具等の洗浄や消毒が不十分である実態が明らかになった。

検収では、各施設とも原材料の検収時に品温を確認しているが、不適時の対応を決めていない又はそのまま受入れてしまう施設が半数を超え、検収の目的を理解していないことが確認された。

給食業務の委託状況では、高齢者施設における給食業務の委託割合が 64% (25 施設) と高い状況にあったが、直営・委託による差は見られなかった。保育施設では、委託施設で管理不備が目立った。

5 まとめ

高齢者施設等では、衛生管理に対する意識が低く、経験的に作業を行っているケースが多く見られた。その原因として、衛生管理の状態が目視だけでは十分確認できないことや、衛生管理の方法が具体的に定められていないなど、施設の管理体制に不備があると思われた。そのため、当センターでは、施設の衛生管理状況を「見える化」して、施設改善に繋げるための「衛生指導カード」を作成した。このカードを活用することにより、食品衛生上の問題点が明らかになり、施設 (委託業者を含む) の衛生管理意識の向上に有効であると考えている。

今後は、「衛生指導カード」活用して、目に見える効果的な指導を行っていきたい。

食品自主検査における弁当・惣菜の衛生状態について

公益財団法人栃木県保健衛生事業団 松島史朗 鈴木貴行 山田博之
白河千秋 高山尚志 植木恵二

【はじめに】

当事業団では、食品製造業者の依頼に基づく食品の自主検査を実施している。今回、弁当・惣菜における平成 24 年度から平成 28 年度までの不適状況についてまとめるとともに、以前当学会で発表した平成 11 年度から平成 15 年度までの状況と比較し考察したので報告する。

【調査及び方法】

平成 24 年度から平成 28 年度に実施した弁当・惣菜の各年度における検査件数及び、弁当・惣菜の衛生規範（以下「指導基準」という）で定められた検査項目の細菌数（加熱食品）、大腸菌及び黄色ブドウ球菌の検出状況について調査を行った。

なお、検査方法は、細菌数が標準寒天培地、大腸菌が EC 培地及び黄色ブドウ球菌が卵黄加マンニット培地を用い食品衛生法の規格基準検査法で実施し、判定は、指導基準の判定基準を用いて行った（表 1）。

表 1 判定基準

| | 判定基準(加熱食品) |
|----------|--------------|
| 細菌数(生菌数) | 100,000/g 以下 |
| 大腸菌 | 陰性であること |
| 黄色ブドウ球菌 | 陰性であること |

【結果】

（１）弁当・惣菜における、検査件数と不適率

平成 24 年度から平成 28 年度の弁当・惣菜自主検査は表 2 に示すように総数は 3,371 件で年間 626 から 717 件と推移した。

また、不適件数の総数は 123 件で年間 15 から 35 件と推移した。さらに不適率は 5 年間の平均が 3.7% で年間 2.4% から 5.0% と推移した。

細菌数は総数 2,674 件で不適件数の総数は 93 件で年間 10 から 25 件と推移した。さらに不適率は 5 年間の平均が 3.5% で年間 2.0% から 4.4% と推移した。

大腸菌は総数 2,940 件で不適件数の総数は 27 件で年間 2 から 10 件と推移した。さらに不適率は 5 年間の平均が 0.9% で年間 0.3% から 1.7% と推移した。

黄色ブドウ球菌は、総数 2,520 件で不適件数の総数は 11 件で年間 1 から 4 件と推移した。さらに不適率は 5 年間の平均が 0.4% で年間 0.2% から 0.8% と推移した（表 2）。

また、平成 11 年から平成 15 年度（細菌数は平成 13 年度から平成 15 年度）は、細菌数は総数 2,363 件で不適件数の総数は 115 件で年間 19 から 55 件と推移した。さらに不適率は 3 年間の平均が 4.9% で年間 2.6% から 6.8% と推移した。

大腸菌は総数 2,741 件で不適件数の総数は 39 件で年間 0 から 18 件と推移した。さらに不適率は 5 年間の平均が 1.4% で年間 0.0% から 2.9% と推移した。

黄色ブドウ球菌は、総数 3,150 件で不適件数の総数は 14 件で年間 0 から 6 件と推移した。さらに不適率は 5 年間の平均が 0.4% で年間 0.0% から 0.8% と推移した（表 3）。

表2 検査件数と不適率（平成24年度～平成28年度）

| | 平成24年度 | 平成25年度 | 平成26年度 | 平成27年度 | 平成28年度 | 合計 |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 総数 | | | | | | |
| 件数 | 626 | 707 | 717 | 680 | 641 | 3,371 |
| 不適数 | 15 | 35 | 26 | 25 | 22 | 123 |
| 不適率(%) | 2.4 | 5.0 | 3.6 | 3.7 | 3.4 | 3.7 |
| 細菌数 | | | | | | |
| 件数 | 506 | 572 | 565 | 527 | 504 | 2,674 |
| 不適数 | 10 | 25 | 22 | 18 | 18 | 93 |
| 不適率(%) | 2.0 | 4.4 | 3.9 | 3.4 | 3.6 | 3.5 |
| 大腸菌 | | | | | | |
| 件数 | 515 | 604 | 615 | 650 | 556 | 2,940 |
| 不適数 | 6 | 10 | 2 | 6 | 3 | 27 |
| 不適率(%) | 1.2 | 1.7 | 0.3 | 0.9 | 0.5 | 0.9 |
| 黄色ブドウ球菌 | | | | | | |
| 件数 | 438 | 535 | 536 | 524 | 487 | 2,520 |
| 不適数 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 11 |
| 不適率(%) | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.4 | 0.2 | 0.4 |

表3 検査件数と不適率（平成11年度～平成15年度）

| | 平成11年度 | 平成12年度 | 平成13年度 | 平成14年度 | 平成15年度 | 合計 |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 細菌数 | | | | | | |
| 件数 | - | - | 807 | 829 | 727 | 2,363 |
| 不適数 | - | - | 55 | 41 | 19 | 115 |
| 不適率 | - | - | 6.8 | 5.0 | 2.6 | 4.9 |
| 大腸菌 | | | | | | |
| 件数 | 469 | 554 | 511 | 617 | 590 | 2,741 |
| 不適数 | 0 | 8 | 7 | 18 | 6 | 39 |
| 不適率 | 0.0 | 1.4 | 1.4 | 2.9 | 1.0 | 1.4 |
| 黄色ブドウ球菌 | | | | | | |
| 件数 | 508 | 723 | 681 | 653 | 585 | 3,150 |
| 不適数 | 0 | 6 | 3 | 5 | 0 | 14 |
| 不適率 | 0.0 | 0.8 | 0.4 | 0.8 | 0.0 | 0.4 |

(2) 細菌数（加熱食品）における不適になった食品種類の内訳

平成24年度から平成28年度に不適となった検体の食品種類別内訳を表4に示した。

弁当類が総数1,216件で不適件数の総数は46件で年間4から14件と推移した。さらに不適率は5年間の平均が3.8%で年間1.7%から5.6%と推移した。

おにぎり/寿司が総数195件で不適件数の総数は18件で年間1から5件と推移した。さらに不適率は5年間の平均が9.2%で年間4.0%から11.9%と推移した。

調理パンが総数87件で不適件数の総数は9件で年間1から3件と推移した。さらに不適率は5年間の平均が10.3%で年間6.3%から13.3%と推移した。

惣菜類が総数1,176件で不適件数の総数は20件で年間2から6件と推移した。さらに不適率は5年間の平均が1.7%で年間0.9%から2.4%と推移した（表4）。

表4 細菌数（加熱食品）の食品種類別件数

| | | 平成 24 年度 | 平成 25 年度 | 平成 26 年度 | 平成 27 年度 | 平成 28 年度 | 合計 |
|------------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| 弁当類 | 件数 | 237 | 249 | 252 | 244 | 234 | 1,216 |
| | 不適数 | 4 | 14 | 9 | 8 | 11 | 46 |
| | 不適率(%) | 1.7 | 5.6 | 3.6 | 3.3 | 4.7 | 3.8 |
| おにぎり 寿司 | 件数 | 34 | 47 | 47 | 42 | 25 | 195 |
| | 不適数 | 2 | 5 | 5 | 5 | 1 | 18 |
| | 不適率(%) | 5.9 | 10.6 | 10.6 | 11.9 | 4.0 | 9.2 |
| 調理パン | 件数 | 14 | 16 | 19 | 23 | 15 | 87 |
| | 不適数 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 9 |
| | 不適率(%) | 7.1 | 6.3 | 10.5 | 13.0 | 13.3 | 10.3 |
| 惣菜類 | 件数 | 221 | 260 | 247 | 218 | 230 | 1,176 |
| | 不適数 | 3 | 5 | 6 | 2 | 4 | 20 |
| | 不適率(%) | 1.4 | 1.9 | 2.4 | 0.9 | 1.7 | 1.7 |
| 合計 | 件数 | 506 | 572 | 565 | 527 | 504 | 2,674 |
| | 不適数 | 10 | 25 | 22 | 18 | 18 | 93 |

【考察】

平成 24 年度から平成 28 年度の 5 年間で弁当・惣菜の自主検査の細菌数の不適率は 3.5% で、平成 13 年度から平成 15 年の 4.9% と比較すると 1.4% 減少している。同様に大腸菌では、平成 24 年度から平成 28 年度では 0.9% で、平成 11 年度から平成 15 年度の 1.4% と比較すると 0.5% 減少している。しかし、細菌数、大腸菌共に減少幅は小さかった。

黄色ブドウ球菌については 0.4% と不適率の変化がなく、不適率は低いものの衛生状態の改善が見られていない。

食の安心・安全が重要視される中、細心の注意を払い製造されていると思われるが、汚染の原因を全て排除できていないと考えられる。食中毒の原因菌である黄色ブドウ球菌の不適率は 0.4% と低いが、総不適率は 3.7% でありこれらの製品は食中毒を発症する可能性がある。食中毒防止のため、食品の衛生状態を把握し改善をしていくことが重要である。

また、不適件数 123 件中 93 件が細菌数であり、食品種類別の不適率ではおにぎり/寿司が 9.2%、調理パンが 10.3% と弁当類の 3.8%、惣菜類の 1.7% と比較し割合が高い。おにぎり/寿司、調理パンは加熱工程後に人の手が関わる作業が多いことが不適率の高い原因と考えられ、他の食品より細菌による汚染の危険性が高いことを認識し調理することが重要である。

現状を把握し改善して行くには、食品自主検査や器具等の拭取り検査の実施は不可欠である。これらのデータを活用し改善して行くため、HACCP 等のシステムを参考にし、調理工程の見直しや衛生教育を行い、食の安心・安全を確保していくことが必要であると考えられる。

【まとめ】

食品製造業の方に弁当・惣菜の自主検査を実施していただいているが、検査結果からは平成 11 年度から平成 15 年度と比較し不適率が低減されておらず、食中毒防止のため衛生管理の改善が望まれる。

安心で安全な食品の製造に自主検査を役立てていただくため、迅速で正確な分析に努めて行きたい。

堆肥化施設に係る臭気抑制に関する調査(第1報)

○神野 憲一¹、高松 香織²、大森 牧子³、小池 静司¹
(¹保健環境センター化学部、²環境保全課、³県西環境森林事務所)

1 はじめに

廃棄物処理施設の堆肥化施設では、稼働後、悪臭防止対策が設計どおりに十分な効果を発揮しきれず、悪臭苦情を引き起こしてしまう事例がある。このような場合、事業者はさらなる設備投資等により対策を講じることとなるが、施設設置後の設備追加は、改善までに時間がかかるだけでなく、コスト面における事業者の負担も大きい。このため、堆肥化施設の悪臭防止対策設備は、堆肥化施設から発生する悪臭物質の種類及び量をあらかじめ明確にした上で、設計することが重要である。

本調査では、堆肥化施設における臭気物質の発生要因等について調査し、堆肥化施設に対する審査・指導の参考となる行政資料を作成することを目的とする。

2 調査方法

2.1 概況調査

実地調査の測定項目を選定するため、悪臭苦情の状況が異なる施設を調査した。調査では、資料調査や施設管理者のヒアリング調査により、施設構造や堆肥化条件等を確認した他、悪臭物質濃度等の測定、発酵途中の堆積物採取による臭気物質の定性試験を行った。

2.1.1 調査対象施設

調査対象施設の概要を表1に示す。施設Aは悪臭苦情がほとんどないのに対し、施設Bは悪臭苦情が県に寄せられている。両施設には、施設の構造が堆積式であること、切返しを手動で週1回実施していること、送風設備があること、取扱い品目に動植物性残さがあるといった共通点が多いにも関わらず、悪臭苦情の状況が大きく異なる。

2.1.2 調査年月日

施設A 平成28年2月15日

施設B 平成27年11月19日

2.1.3 調査項目

堆肥化施設設計マニュアル¹⁾によれば、堆肥化では好気性微生物の活動を活発にすることが重要であり、良好な堆肥化には、水分、栄養(有機物)、空気、微生物、温度、時間が大きな要因となるため、調査項目を以下のとおりとした。

<投入物混合後の状態>

- ・副資材の種類及び混合比
- ・混合物の水分率、比重、pH、温度、粒径

<管理方法>

- ・堆肥化期間
- ・日常の管理項目及び管理方法
- ・切返し、空気供給量、脱臭施設の管理

また、堆肥化施設で発生する臭気については、においセンサーによる複合臭強度の測定、アンモニア及びメチルメルカプタンの濃度測定を行った他、堆肥化途中の堆積物を一定間隔で採取し、臭気物質の定性試験を行った。

2.2 GC/MSによる臭気物質の定性試験

原因となる臭気物質を把握するため、固相マイクロ抽出(Solid Phase Microextraction: SPME)法を用い、GC/MSにより定性分析した。

概況調査時に採取した堆積物試料約500cm³を密閉容器に入れ、70℃で40分加熱後、ヘッドスペースで100分間臭気成分をファイバーに吸着させた。SPME SIGMA-ALDRICH製 SUPELCO ポリエチレングリコールファイバー(膜厚60μm)を用いた。

臭気成分の脱離はGC注入口において、230℃、2分間加熱により行い、キャピラリーカラムに移送した。

臭気成分の分析には、臭い嗅ぎ装置(ODP)付きGC/MSを用いた。ODP-GC/MSは、キャピラリーカラムの出口を二つに分岐し、一方をODP、もう一方をMSに接続したものであり、物質の質量分析に併せて、当該物質の臭いも嗅ぎとることができる。定性は、検出された物質のライブラリー(NIST)検索により行った。この際、基準化合物としてn-アルカンミックス(パラフィン溶液)を用い、相対保持指標(Retention Index: RI)を算出し、アロマオフィス(西川計測(株))により検索した。

3 結果及び考察

3.1 概況調査結果

3.1.1 原料受入及び混合

各堆肥化施設について、複合臭強度や受入物等の状況を表2に示す。施設の状況を比較した結果は、以下のとおりであった。

両施設とも、動植物性残さを原料の一つとしている。動植物性残さは、「水分が多い²⁾」、「C/N比が低い³⁾」、「pHが低い^{3)~5)}」という特徴があり、また、動物のふん尿のようにそしゃく・酵素による分解を経っていないため、発酵管理が難しいと一般的に言われており、原料受入の管理と副資材混合による水分調整が重要である⁶⁾。

受入物を発酵槽に投入するまでの保管期間は、両施設

とも1週間以内であるが、施設Aでは、水分が多い場合、戻し堆肥と混合して保管していた。

副資材は、両施設ともバークを使用しているが、施設Aの方が施設Bよりも細かい形状のものを使用していた。また、原料と副資材の比率は、施設Aが1:1であるのに対し、施設Bは1:2~1:4と、副資材の割合が大きい状況であった。これは、施設Bの受入物に占める動植物性残さの割合が、施設Aより2~3割高いことに起因するものと推察された。

副資材混合後（発酵開始時）の状況は、施設Aでは全体的に細かく均一化されている状況であったが、施設Bでは、野菜の固まりなどが散見され、不均一な状況が見られた他、床にはたまり水が確認された。施設Bの堆積高さは、施設Aに比べて高く、また、上記のとおり原料の粒径が粗く、水分が多いことから、堆積物の内部が嫌氣的になりやすいと推測された。

3.1.2 堆肥化の状況

各施設の温度及びpHの変化を図1に示す。施設Aでは、堆積物の温度は初めの一週間で約80℃まで上昇し、2週目を以降緩やかに低下した。一方、施設Bでは、堆積物の温度はなかなか上昇せず、3週目に64℃まで上昇した後低下し、5週目から再度上昇して6週目にようやく最高72℃に達していた。

施設Aでは、受入物のpHは中性であったが、1週目のpHは9、また、アンモニアは24ppm検出、メチルメルカプタンは検出されなかった。アンモニアはたんぱく質等が微生物によって好氣的に分解される時に発生し、メチルメルカプタンは嫌氣的に分解される時に発生することから、1週目で好氣的な堆肥化が進んでいると推察された。

一方、施設Bでは、1週目のpHが4と弱酸性を示したこと、4週目でアンモニアが検出されず、メチルメルカプタンが検出されたこと、また、温度上昇が緩やかで不規則なことから、嫌氣状態での分解が優勢であると推察された。

3.2 臭気物質のGC/MSによる定性試験

「あまり臭いがいい」と感じた施設Aの試料(4週目堆肥)では、酢酸とイソ吉草酸が検出され、脂肪酸ピークの面積の合計は約 4×10^6 であった。一方、臭いを感じた施設Bの試料(1週目堆肥)では、酢酸とイソ吉草酸の他、プロピオン酸やn-酪酸などの脂肪酸が検出され、脂肪酸ピークの面積の合計は約 2.4×10^9 と、施設Aと3桁異なるほど大きかった。このことから、施設Bでは一部が嫌氣状態にあり、高濃度の脂肪酸が発生していると推察された¹⁾。

脂肪酸は、嗅覚閾(いき)値が非常に低く⁷⁾、低濃度でも悪臭の原因になると考えられる。また、堆肥中の脂肪酸はコマツナの発芽を抑制することが報告されている⁸⁾。好氣状態での堆肥化は脂肪酸の発生抑制に効果があり、

悪臭の発生抑制と作物に生育障害を起こさない堆肥づくりにつながると考えられる。

3.3 実地調査項目の検討

良好な堆肥化には、嫌氣性微生物よりも有機物の分解速度が格段に速い好氣性微生物の役割が重要であり、好氣性微生物の働きは分解に伴う発酵熱による堆肥温度の上昇と、アンモニアの発生により推測することができる。施設Aでは初期の段階からこの状態が確認された。

一方、嫌氣性微生物の働きが活発な場合、有機物の分解速度は遅く、発酵熱が少ないため堆肥の温度上昇は小さく、メチルメルカプタンや脂肪酸の発生が見られる。施設Bでは、この状態が確認された。今回の概況調査では、前述のとおり発酵の状況と臭気物質の発生状況を概ね把握することができた。

今後の実地調査項目は、今回の概況調査項目に栄養(有機物)の指標であるC/N比を追加した項目とする。

4 まとめ

- ・悪臭苦情の状況の異なる2施設で概況調査を実施し、実地調査の測定項目を選定した。
- ・SPME-ODP-GC/MS法による定性分析では、臭気物質である脂肪酸の発生が、施設Aより施設Bで多いことが確認された。
- ・好氣状態での堆肥化が、脂肪酸の発生を抑え、悪臭の発生抑制につながると考えられた。

5 参考文献

- 1) 堆肥化施設設計マニュアル, 社団法人中央畜産会, 1-31, 2011.
- 2) 高橋淳根他, DB菌・市場食品残渣の良質堆肥化, 畜産の研究, 63(6), 611-615, 2009.
- 3) 内田啓一他, 牛ふんと生ゴミの堆肥化における高温発酵と悪臭低減効果, 岡山県総合畜産センター研究報告, 14, 83-88, 2003.
- 4) 福岡農業総合試験場畜産環境部環境衛生チーム, 乾燥給食残渣混合牛ふんの堆肥化と臭気発生状況, 農業・食品総合研究機構HP, 研究成果情報, 2005.
- 5) 近藤一他, 食品残渣の堆肥化促進に対する家畜ふんの混合の効果, 愛知農業総合試験場研究報告, 36, 105-109, 2004.
- 6) コンポスト化マニュアル, 社団法人日本有機資源協会, 74-80, 2004.
- 7) 財団法人日本環境衛生センター所報, 17, 77, 1990.
- 8) Kiyonori Haga et al, Constituents of the Anaerobic Portion Occurring in the Pile during Composting of Cattle Waste, 農業施設, 29(3), 125-130, 1998.

表1 調査対象施設の概要

| | 施設A | 施設B |
|--------|--------------|-------------------|
| 取扱品目 | 動植物性残さ、汚泥 | 動植物性残さ、汚泥、動物のふん尿等 |
| 施設の構造 | 開放型、堆積式 | 開放型、堆積式 |
| 建屋の構造 | 半密閉 | 密閉 |
| 脱臭設備 | 無(消臭剤散布) | 木質チップ |
| 切返し | シヨベルローター、週1回 | シヨベルローター、週1回 |
| 通気 | 送風機 | 送風機 |
| 通常の入受量 | 約14t/日 | 60～80t/日 |

表2 各施設の堆肥化概況

| 項目 | | 施設A | 施設B |
|-----------|--------------|------------------------|-------------------------|
| 調査年月日 | | 平成28年2月15日 | 平成27年11月19日 |
| 苦情 | | ほとんど無 | 有 |
| 臭気 | においセンサー測定値 | (入口)約100 (内部)最大約540 | (入口)約660 (内部)最大約1300 |
| 廃棄物の受入・保管 | 取扱品目 | 動植物性残さ、汚泥 | 動植物性残さ、汚泥、動物のふん尿等 |
| | 受入量 | 約14t/日 | 60～80t/日 |
| | 保管場所の有無 | 有 | 有 |
| | 通常保管期間 | 最長1週間 | 最長1週間 |
| 主原料 | 動植物性残さが占める割合 | 1割未満 | 2～3割 |
| 副資材 | 種類 | パーク(細かい、比重0.24) | パーク(粗い、比重0.24) |
| 混合物 | 廃棄物と副資材の比率 | 廃棄物：副資材 =1：1 | 廃棄物：副資材 =1：2～4 |
| | 比重 | 約0.35 | 約0.45 |
| | 水分 | たまり水なし | 床にたまり水 |
| | 大きさ・形状 | 細かい | 粗い |
| 堆肥化 | 堆肥化期間 | 4週間 | 3ヶ月 |
| | 堆積高(m) | 2.3 | 3.5 |
| | 切返し | シヨベルローター、週1回 | シヨベルローター、週1回 |
| | 通気 | 送風機 | 送風機 |
| | 菌の添加 | 有 | 有 |
| | 戻し堆肥 | 有 | 無 |

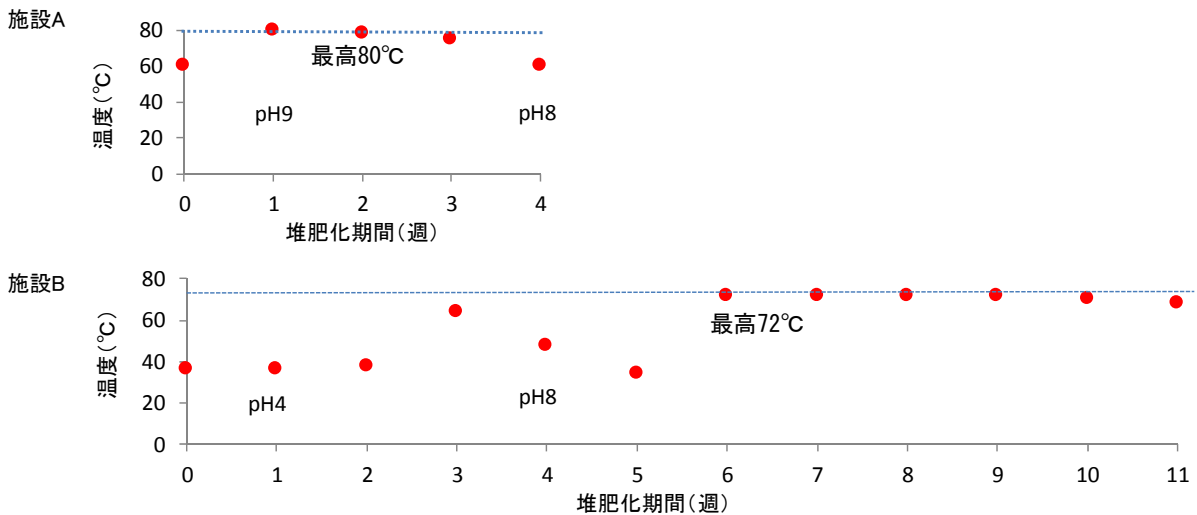


図1 各施設の温度及びpHの変化

1 はじめに

プランクトンは、湖沼における水質形成の重要な要素であり、水質評価にあたっては、窒素、りん及びCODなどの理化学的調査結果と併せてプランクトンの変動を見ることが必要とされている¹⁾。生物指標は、理化学的指標と比べて総合的かつ安定的であることから、環境評価において重要視されており、プランクトンによる水質評価については、出現種の水質階級の値Siと出現多少度から求める腐水指数(S)による評価方法が確立されている²⁾。今般、湯ノ湖における30年間のプランクトンの出現状況を解析したので報告する。

2 方法

昭和61年度～平成27年度の30年間こわたる公共用水域の水質調査結果³⁾から、湯ノ湖湖心(st.5)における調査結果を用いて以下の解析を実施した。なお、全窒素、全りん及びCODの値は、植物プランクトンでは表層値、動物プランクトンでは全層平均値を用いた。

(1) 植物プランクトンの評価方法

植物プランクトンの現存量について細胞数から評価を行うと、小型種が大きく評価されて大型種の変動が見逃されることが知られており⁴⁾⁵⁾、細胞体積による評価の有効性が示されている。そこで、総細胞数及び総細胞体積の推移と、植物プランクトン現存量指標であるクロロフィルaの推移の相関を求め、評価方法を決定した。

出現種毎の細胞体積×月毎の出現数を乗じて細胞体積換算し、これを加算して月毎の総細胞体積を算出した。細胞体積は、一瀬ら⁶⁾、岸本ら⁷⁾、高橋ら⁸⁾、小日向ら⁹⁾による文献値を用いた。なお、種の文献値が不明なものについては属内の平均値を採用し、総出現数の97%について解析を行った。

(2) 現存量の推移

植物及び動物プランクトンのそれぞれについて、網目の出現体積(数)の推移を求め、CODとの関係を解析した。

(3) 優占種の変遷

植物及び動物プランクトンのそれぞれについて、優占種の変遷からプランクトンカレンダーを作成した。

(4) 全窒素、全りん比(以下、N/Pという)との関係

植物及び動物プランクトンの、それぞれ優占回数が多かった属について、優占種となった月のN/Pを求めた。解析対象とした属は以下のとおりである。

植物プランクトン：アウラコセイラ属、ホシガタケイソウ属、オビケイソウ属、ハリケイソウ属、ウログレナ属、クリプトモナス属

動物プランクトン：カメノコウワムシ属、ミジンコ属、ゾウミジンコ属

(5) 水温及び季節との関係

(4)に示した属について、月毎の気温と出現体積(数)の関係を解析した。

(6) 腐水指数の推移

植物及び動物プランクトンのそれぞれについて、以下の式⁹⁾を用いて腐水指数(S)を算出した。

$$S = \sum (h \cdot Si) / \sum h$$

S : 全生物群集に関する腐水指数

Si : 種により異なる個々の腐水指数

h : 評価のための尺度を踏まえた数値(下表参照)

Siは、スラディチェックによる値⁹⁾を用いるとともに参考文献¹⁰⁾、¹¹⁾に示された水質階級からPANTLEとBUCKの尺度⁹⁾により求めた。なお、属までの同定となっているものは属内の平均値を採用

| h | 植物: 1 mL中の細胞数 動物: 1 m ³ 中の個体数 |
|---|---|
| 1 | 1~100 |
| 2 | 101~1,000 |
| 3 | 1,001~10,000 |
| 4 | 10,001~100,000 |
| 5 | 100,001~ |

し、植物プランクトンでは総出現数の90%、動物プランクトンでは総出現数の97%を指標生物として腐水指数を算出した。hについては、表のとおり設定した。

算出結果について、Sの値が0.5~1.5、1.5~2.5及び2.5~3.5の場合にそれぞれ、α段階(貧腐水性)、β段階(中腐水性)及びγ段階(中腐水性)と判定した。

3 結果

(1) 植物プランクトンの評価方法

総細胞数及び総細胞体積の推移とクロロフィルaの推移との関係は、それぞれ図1及び図2のとおりであった。総細胞体積のクロロフィルaとの相関係数は0.34となり、総細胞数の0.29より強い相関を示した。細胞体積による現存量の評価がより有効と示されたため、植物プランクトンについては、細胞体積換算した値を用いて(2)~(5)における解析を実施することとした。

(2) 現存量の変遷

植物プランクトンについて、網目の出現体積の推移及びCODとの相関は図3及び図4のとおりであり、珪藻綱が最も多く出現した。総細胞体積は減少傾向にあり、CODと正の相関を示した(相関係数0.41)。

動物プランクトンについて、網目の出現個体数の推移及びCODとの相関は図5及び図6のとおりであった。輪虫綱、次いで鯉脚目綱が多く出現し、CODとの相関は非常に弱かった。

(3) 優占種の変遷

細胞体積換算による植物プランクトンの優占種の変遷から作成したプランクトンカレンダーを表1に示す。計240回の調査で最も多く優占種となった種は*Asterionella formosa*(ホシガタケイソウ)で、21%を占めた。次いで*Uroglena americana*が12%、*Fragilaria crotonensis*(オビケイソウ)が9.6%であった。珪藻綱が全体の57%を占め、特に4、5月においては83%にのぼった。一方、6~11月に珪藻綱が48%、次いで黄色鞭毛藻綱及び褐色鞭毛藻綱がそれぞれ22%を占めた。

動物プランクトンカレンダーを表2に示す。最も多く優占種となった種は *Bosmina longirostris* (ゾウミジンコ) で、33%を占めた。また、続く *Keratella quadrata* 及び *Keratella quadrata divergens* (コシブトカメノコウワムシ) を合わせると29%であった。網目では、鯉目鯉綱の回数が最も多く、6~11月では56%優占したが、4、5月では6.7%にとどまった。続く輪虫綱は、4、5月の大部分である78%を占め、6~11月では30%であった。

植物及び動物プランクトンのいずれにおいても、平成26年及び平成27年の優占種は、それ以前とは異なる傾向を示した。

(4) N/Pとの関係

解析対象の植物プランクトンが優占種となったときのN/Pを図7に示す。N/Pの平均値は22であった。アウラコセイラ属は、N/Pが比較的的高値となった場合(平均値27)に優占し、ホシガタケイソウ属(平均値9)、シネドラ属(平均値17)は低値となった場合に優占した。

一方、動物プランクトンについては図8のとおりであり、明らか傾向はみられなかった。

(5) 水温及び季節との関係

解析対象の植物プランクトンの出現体積と、月毎の水温との関係を図9に示す。なお、点の面積は出現体積に比例する。アウラコセイラ属は、春と秋の水温が15°C未満の場合に出現した。ホシガタケイソウ属は、特に4月から6月にかけて多く出現した。オビケイソウ属は夏に、ハリケイソウ属は春の水温が低いときに多く出現した。

一方、動物プランクトンについては図10のとおりであった。春から初夏にかけてはカメノコウワムシ属が多く、ミジンコ属及びゾウミジンコ属は初夏以降に増加し、(3)の結果と概ね同様の傾向となった。

(6) 腐水指数

植物及び動物プランクトンの腐水指数の推移は、図11に示すとおりであった。植物プランクトンの最大値、最小値及び平均値はそれぞれ2.0、1.2及び1.6であり、動物プランクトンではそれぞれ2.1、1.4及び1.7であった。これらは、7による水質階級のα段階(貧腐水性)からβ段階(中腐水性)にあたり、植物及び動物プランクトンから算出した腐水指数は概ね同様の値となった。

4 考察

(1) 植物プランクトンの評価方法

植物プランクトンの現存量について、湯ノ湖においても細胞体積による評価が有効であると考えられた。

(2) 現存量の変遷

植物プランクトンの増加は、CODに代表される有機物の増加につながることを示唆された。植物プランクトンの現存量は減少傾向にあり、近年の湯ノ湖のCODは環境基準を達成している。

(3) 優占種の変遷

直近の優占種が従来と異なる傾向を示していることから、今後の変遷を注視していく必要がある。

(4) N/Pとの関係

植物プランクトンについては、種類によって優占しやすい

N/Pが異なることが分かった。レッドフィールド比(C:N:P=106:16:1)から、従来、植物プランクトンが窒素制限またはりん制限による境界はN/Pで16とされてきたが、植物プランクトンが貯蔵できる量りんの方が多いため、窒素制限の影響を受けやすく、実際のN/Pは16より大きな値となると考えられている¹²⁾。

(5) 水温及び季節との関係

水温及び季節によって植物及び動物プランクトンの出現体積(数)に特徴が見られた。アウラコセイラ属の出現状況は、藤田¹³⁾の調査結果と概ね同様の傾向であった。

(6) 腐水指数

植物及び動物プランクトンから算出した腐水指数から、湯ノ湖はα段階(貧腐水性)からβ段階(中腐水性)の水質階級に分類され、生物指標からみると湯ノ湖の水質は30年間こわつて概ね安定した水質を保っていた。また、その変動は、CODと比較すると小さかった。

5 結語

プランクトンの出現状況は、季節、水温及びN/Pの影響を受けていた。植物及び動物プランクトンのいずれからみても、湯ノ湖の水質は概ね安定して推移していると考えられた。

6 引用文献

- 1) 藤原ら：プランクトンの季節的遷移から見た水質評価手法の検討、滋賀県琵琶湖環境科学センター試験研究報告書(10)(2013)
- 2) 上田：環境指標としてのプランクトン、地球環境Vol.6(2001)
- 3) 栃木県：栃木県水質年表(昭和61年度~平成27年度)(1986~2016)
- 4) 一瀬ら：琵琶湖の植物プランクトンの形態に基づく生物量の簡易推定について、滋賀県立衛生環境センター所報、30、27-35(1995)
- 5) 高橋ら：細胞体積値を用いた植物プランクトン現存量の評価、水道協会雑誌第75巻第2号(2006)
- 6) 一瀬：琵琶湖における植物プランクトン種名一覧と平均細胞体積表 www5f.biglobe.ne.jp/.../biwako_syokubutu_plankton.xls(2017閲覧)
- 7) 岸本、一瀬：琵琶湖の植物プランクトン細胞容積および細胞有機炭素量(2009)
- 8) 小日向ら：2013年春~夏の沖宿沖における動植物プランクトンの動態、茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報No9(2013)
- 9) ウラディミール・スラディチェック：淡水指標生物区鑑、北隆館(1991)
- 10) 日本水道協会：上水試験方法(1985)
- 11) 若林、一瀬：琵琶湖のプランクトン、滋賀県衛生環境センター(1982)
- 12) 辻村ら：植物プランクトンの種間競争に及ぼす窒素：リン比の影響に関する研究(2010)
- 13) 藤田ら：湖沼の富栄養化要因に係る解剖調査(第2報)一湯ノ湖・中禅寺湖における植物プランクトンの優占種と窒素、りん、水温との関係について、栃木県保健環境センター年報第1号(1995)

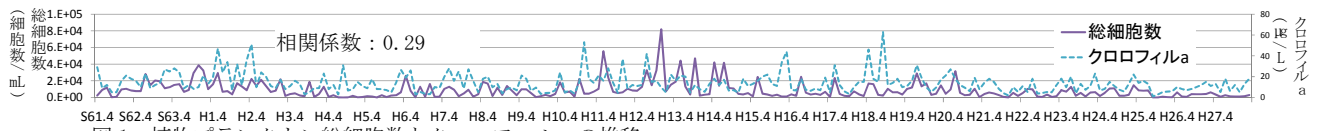


図1 植物プランクトン総細胞数とクロロフィルaの推移

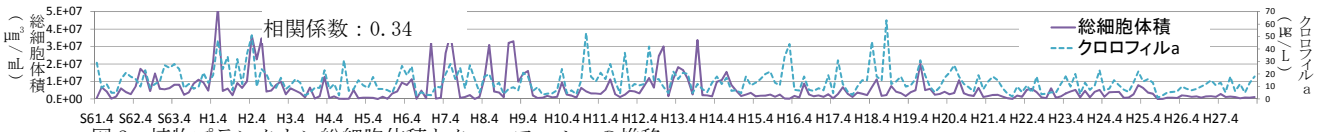


図2 植物プランクトン総細胞体積とクロロフィルaの推移

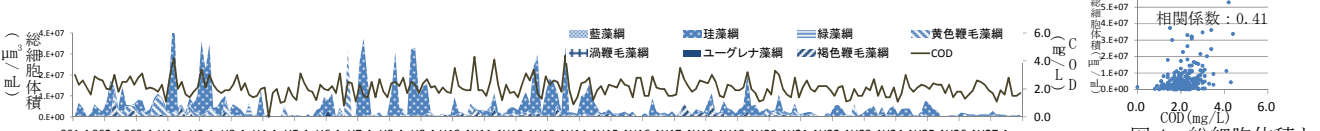


図3 植物プランクトン網別総細胞体積とCODの推移

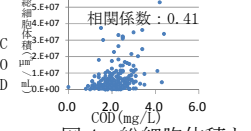


図4 総細胞体積とCODの関係(植物)

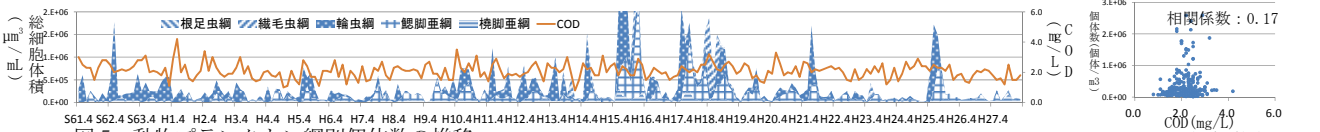


図5 動物プランクトン網別個体数の推移

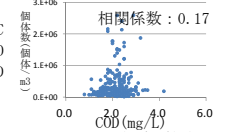


図6 総個体数とCODの関係(動物)

表1 植物プランクトンカレンダー

| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| S61 | AuGA | SvA | AsF | SvA | Svpp | FrCr | AuGA | AuGA |
| S62 | SvA | SvA | GrO | UrA | FrCr | UrA | CrO | CrO |
| S63 | FrCr | UrA | AsF | AsF | UrA | UrA | CrO | CrO |
| H1 | SvA | SvA | UrA | GrO | GrO | GrO | UrA | AuG |
| H2 | SvA | SvA | SvA | UrA | FrCr | FrCr | DiC | DiC |
| H3 | SvA | SvA | Svpp | FrCr | SsS | UrA | UrA | AuL |
| H4 | AuG | SvA | AsF | GI | DiS | DiS | AuG | GI |
| H5 | Fr | Fr | Cym | AsF | Fr | AuG | DiD | AuG |
| H6 | Fr | SvA | GrO | Cv | DiS | DiD | DiD | AuA |
| H7 | Svpp | Svpp | Svpp | DiD | UrA | UrA | AuA | UrA |
| H8 | AuA | SvA | SvA | UrA | UrA | AuA | AuA | AuA |
| H9 | SvA | SvA | UrA | GrE | GrE | GrE | UrA | UrA |
| H10 | StH | Gr | GrE | GrE | Gr | GrE | AsF | AsF |
| H11 | AsF | Sv | AsF | AsF | GrA | UrA | FrCo | FrCo |
| H12 | AsF | AsF | AsF | AsF | FrCr | FrCr | GrO | FrCr |
| H13 | DiT | AsF | GrO | FrCr | FrCr | FrCr | GrO | AsF |
| H14 | AsF | SvA | AsF | FrCr | AsF | AsF | Crpp | Crpp |
| H15 | DiT | Sv | AsF | Gr | Gr | Gr | AsF | AsF |
| H16 | FrCG | DiF | AsF | AsF | UrA | FrCr | AsF | AsF |
| H17 | AsF | Sv | Gr | Gr | Gr | AsF | GrO | GrO |
| H18 | AsF | Gr | Gr | Gr | FrCr | FrCr | AsF | AsF |
| H19 | AsF | AsF | FrCr | AsF | AsF | FrCr | FrCr | UrA |
| H20 | GrO | UrA | AsF | FrCr | AsF | AsF | DiC | DiC |
| H21 | AsF | AsF | AsF | UrA | FrCr | GrO | UrA | FrCr |
| H22 | AuLT | AuLT | AsF | DiC | DiD | DiD | AuLT | AuLT |
| H23 | AsF | DiE | AsF | AsF | FrCr | GrO | AuLT | AuLT |
| H24 | AuLT | AuLT | AsF | AsF | AsF | UrA | DiD | AuLT |
| H25 | AuLT | AsF | AsF | AsF | Grpp | Grpp | Na | Gr |
| H26 | St | GrO | GrO | SsS | Oa | Oa | Oa | Oa |
| H27 | SvA | SvA | GrO | GrO | GrO | GrO | GrO | GrO |

表2 動物プランクトンカレンダー

| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| S61 | KeQD | KeQD | BoL | BoL | As | KeCM | PeV | KeCM |
| S62 | FIL | KeQD | PeV | BoL | PeV | As | FIL | KeCM |
| S63 | KeQD | Sv | KeCM | FIL | KeQD | KeCM | KeCM | KeCM |
| H1 | KeQD | KeQD | KeQD | BoL | BoL | As | BoL | BoL |
| H2 | KeQD | KeQD | KeQD | KeQD | FIL | FIL | As | KeQD |
| H3 | KeQD | KeQD | KeQD | KeQD | Br | AsV | Na | KeQD |
| H4 | KeQ | Na | BoL | BoL | DaL | Sv | As | As |
| H5 | KeQ | KeQ | BoL | KeQ | KeQ | Na | Na | BoL |
| H6 | KeQ | KeQ | KeQ | BoL | DaL | DaL | PeV | As |
| H7 | KeQ | KeQ | KeQ | BoL | BoL | KeQ | BoL | Na |
| H8 | KeQ | KeQ | BoL | BoL | Da | Da | BoL | BoL |
| H9 | Na | Na | BoL | BoL | BoL | BoL | KeQ | KeQ |
| H10 | KeQ | KeQ | KeQ | BoL | KeQ | DaL | BoL | BoL |
| H11 | Sv | BoL | KeQ | FIL | FIL | BoL | BoL | BoL |
| H12 | KeQ | KeQ | KeQ | BoL | KeQ | KeQ | Na | Na |
| H13 | KeQ | KeQ | KeQ | Sv | BoL | Pe | BoL | BoL |
| H14 | KeQ | KeQ | BoL | BoL | BoL | DaL | BoL | DaL |
| H15 | KeQ | KeQ | KeQ | KeQ | BoL | BoL | BoL | BoL |
| H16 | KeQ | KeQ | KeQ | BoL | BoL | KeL | DaL | As |
| H17 | KeQ | KeQ | BoL | BoL | BoL | BoL | BoL | BoL |
| H18 | FIL | FIL | Na | FIL | BoL | BoL | BoL | As |
| H19 | Sv | BoL | BoL | BoL | KeC | DaL | As | Na |
| H20 | KeQ | KeQ | KeQ | BoL | BoL | BoL | BoL | BoL |
| H21 | KeQ | KeQ | KeQ | BoL | KeQ | BoL | DaL | KeQ |
| H22 | BoL | BoL | DaL | DaL | Sv | KeQ | KeQ | KeQ |
| H23 | Sv | FIL | BoL | BoL | BoL | BoL | BoL | BoL |
| H24 | Sv | KeQ | BoL | BoL | BoL | BoL | DaL | DaL |
| H25 | KeQ | KeQ | BoL | BoL | Na | Na | Na | Da |
| H26 | Na | Gr | Na | Da | Na | Na | Na | Gr |
| H27 | Gr | BoL | Gr | Gr | Gr | Gr | Gr | Gr |

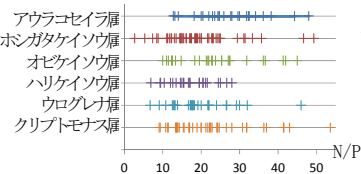


図7 優占時のN/P(植物)

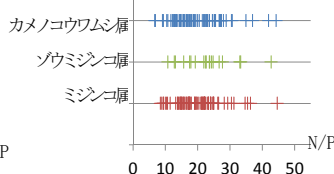


図8 優占時のN/P(動物)

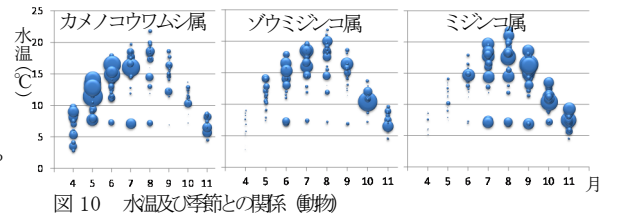


図10 水温及び季節との関係(動物)

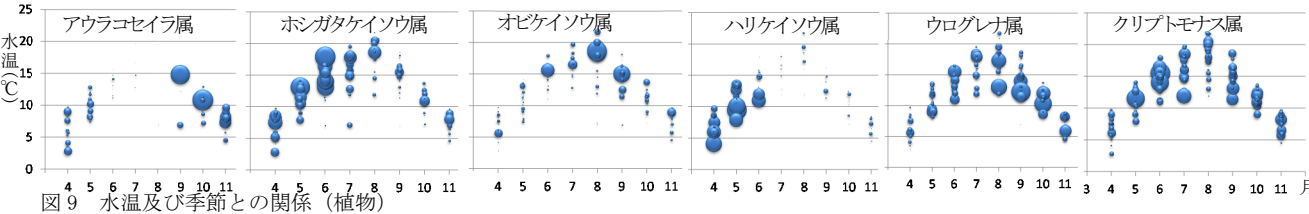


図9 水温及び季節との関係(植物)

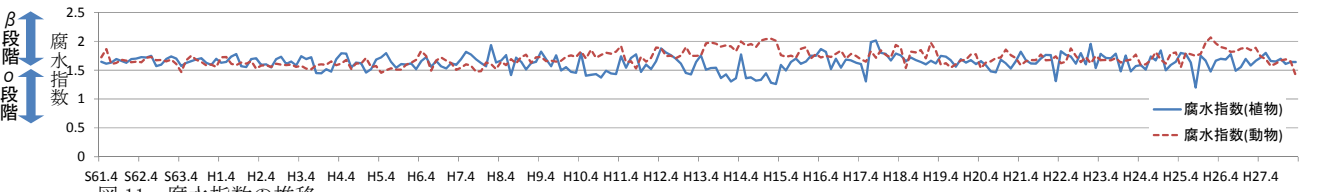


図11 腐水指数の推移

花火・ヨシ焼きによるPM2.5高濃度化と影響について

栃木県保健環境センター ○飯島 史周, 齋藤 由実子, 篠崎 絵美, 石原島 栄二

1. はじめに

微小粒子状物質(PM2.5)は、大気中に浮遊する粒径2.5 μm以下の微細な粒子であり、平成25年1月に、中国都市域における汚染や、国内への越境流入について報道で大きく取り上げられ、国民の関心が高まった。PM2.5は工場、発電所、野焼き、船舶、飛行機、自動車などの人為的な発生源や、自然界からの放出、大気中などでの化学反応により発生することが知られている。またPM2.5の健康影響については、1993年に公表されたハーバード6都市研究¹⁾と1995年に公表されたアメリカ対がん協会研究²⁾によって、PM2.5の曝露は全死亡リスク、とりわけ心血管疾患や虚血性心疾患による死亡のリスクを増加させると報告されている。

そのためPM2.5は、環境基本法第16条により人の健康を適切に保護するために維持されることが望ましい水準として、環境基準を年平均値15 μg/m³以下、かつ日平均値の年間98%値35 μg/m³以下と規定されている。

栃木県においては県内のPM2.5濃度を把握するために、平成29年3月現在、一般環境大気測定局(以下、「一般局」という。)12局、及び自動車排出ガス測定局(以下、「自排局」という。)2局(ただし、うち各1局は宇都宮市設置)の計14局にPM2.5自動測定機を設置し、大気中のPM2.5濃度を1時間ごとに測定している。平成27年度からは継続して環境基準を達成しており、PM2.5濃度は県内全域で減少傾向にある。

一方で、県内において比較的高濃度化する頻度が高い真岡市で成分分析を実施している。加えて、ヨシ焼きや花火大会など局所的な発生源の影響について調べるため、常時監視局のテープロ紙を用いてイオン成分分析を実施している。

本発表では、平成25年から28年度までのヨシ焼き、花火大会、しば焼きが行われた日に係るPM2.5濃度と成分の変化について報告する。

2. 方法

調査は、平成25年4月から平成29年3月までの期間を対象とし実施した。真岡市における調査では、四季調査期間(四半期ごと2週間)について、水溶性イオン成分、炭素成分、金属成分測定を行った。県内12地点の一般局については、ヨシ焼き、花火大会、しば焼きが行われた日の内、濃度の上昇が見られた時間のテープロ紙について水溶性イオン成分分析を行った。得られた成分分析結果及びPM2.5濃度について、県内の地形と気象から検討を行った。

3. 結果と考察

平成28年7月23日に真岡市で行われた花火大会時のPM2.5中の水溶性イオン成分濃度の経時変化を図1に示す。図1から時間の経過に伴い、PM2.5濃度が上昇するとともに、水溶性イオン成分中の硫酸イオンとカリウムイオンの顕著な増加が観測された。これは次式①に示す黒色火薬の化学反応による反応物である硫酸カリウムの生成に由来するものと考えられた。

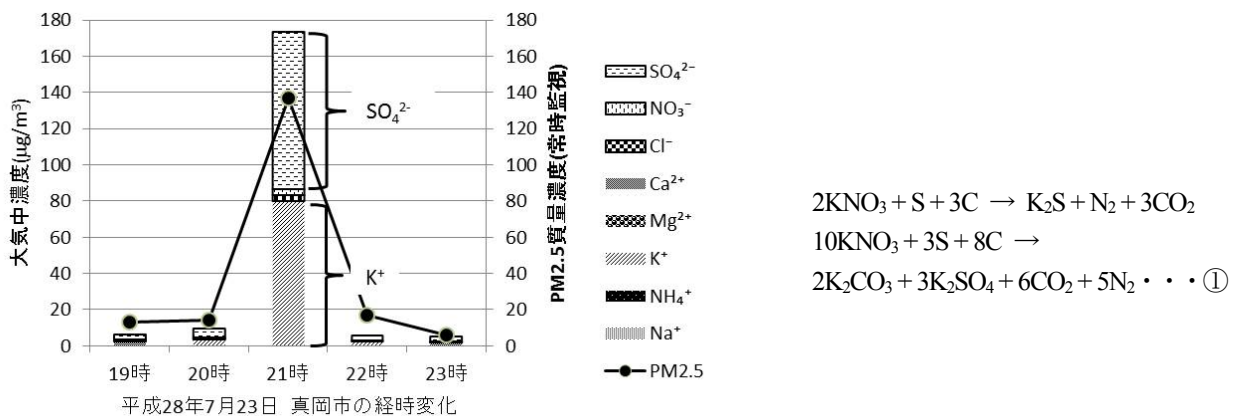


図1 花火大会における水溶性イオン成分の経時変化

また金属成分(Na, Al, K, V, Cr, Fe, Pb, Ti, Mn, Cu, Ba)について、平成27年度夏季調査時の平均値と花火大会のあった平成27年8月1日、平成26年7月26日の分析結果を図2に示す。図2からも花火大会に伴う顕著なKの増加が確認された。またNa, Al, Cu, Baについても顕著な増加が見られ、その原因として花火の炎色反応に使用される硝酸塩・炭酸塩等の影響によるものと推察された。

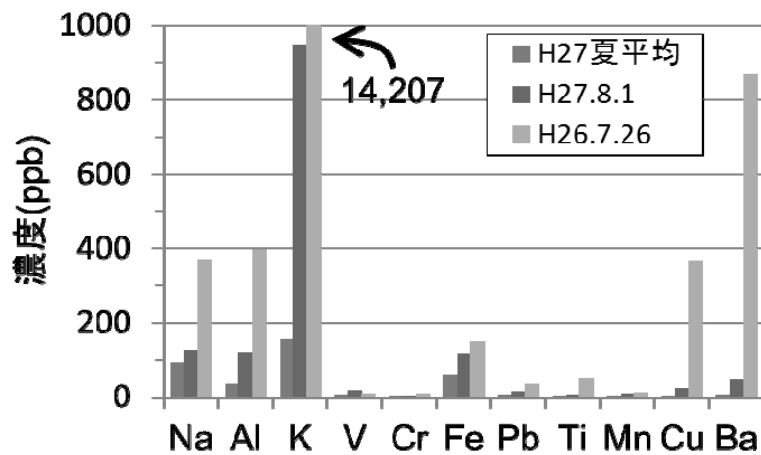


図2 花火によるPM2.5中金属成分への影響

渡良瀬遊水地でヨシ焼きが行われた平成27年3月22日の栃木県内8地点のPM2.5濃度の経時変化を図3に示す。当日8:30にヨシ焼きが始まったのち、時間の経過に伴い近隣の地域である小山市・栃木市、ついで鹿沼市で順に濃度上昇が観測された。成分分析測定の結果から、栃木・小山で捕集されたPM2.5の水溶性イオン成分の性状は類似していたが、他の地点では移動に伴い、成分組成比に変化が観測された。

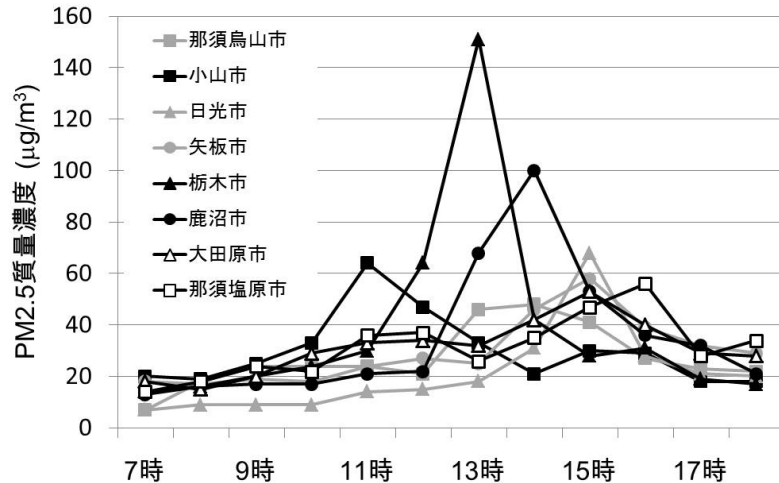


図3 ヨシ焼きによるPM2.5濃度の経時変化

一方で、栃木市の北に位置し、濃度上昇が確認された鹿沼市では、栃木で観測されたPM2.5のNO₃/SO₄²⁻比が1.08(ピーク時)であったのに対し、NO₃/SO₄²⁻比0.059と明らかな違いが見られ、発生源が異なることや移動に伴いNO₃/SO₄²⁻比を変化させる要因の存在が示唆された。県外からの移流が考えられたことから、当日の鹿沼市での後方流跡線解析を行い、その結果を図4に示す。鹿沼市には大陸からの気塊の移流が見られ、渡良瀬遊水地方向からの流入の影響が少ないことが示唆された。鹿沼市で観測されたPM2.5濃度上昇は、越境による大気汚染の影響を受けていると考えられた。

また移動に伴う乾性沈着速度について、ガス化した硝酸の沈着速度が粒子に比べ大きいことから、沈着面近傍において平衡移動が生じ、ガス化が促進されたものと考えられ、見かけ上の沈着速度が速くなることが考えられた。そのため、NO₃の沈着速度はSO₄²⁻に比べて速く、また山間部では山の斜面や樹木への乾性沈着の寄与が大きくなり、NO₃/SO₄²⁻比が小さくなったものと考えられた。

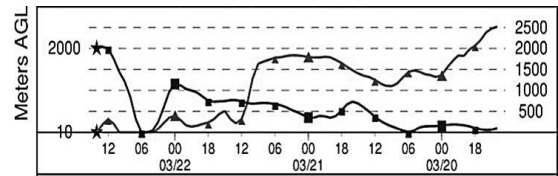
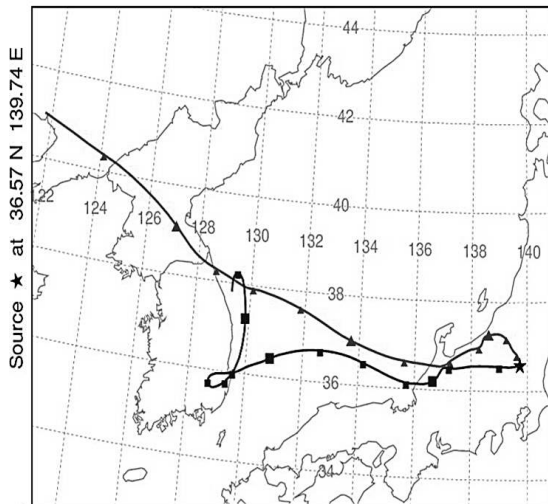


図4 平成27年3月22日の後方流跡線解析

また平成29年1月29日は県内の複数地点でしば焼きが実施されており、それに伴うPM2.5濃度の上昇が観測された。当日のPM2.5濃度の経時変化を図5に示す。当日は小山市、下野市、栃木市でしば焼きが行われており、しば焼きが行われた近隣地域である小山・佐野・雀宮・栃木の一般局で濃度上昇が観測されると予想されたが、小山市以外ではその傾向は見られなかった。一方で、3地点の北東に位置する大田原市、那須塩原市で濃度上昇が見られた。

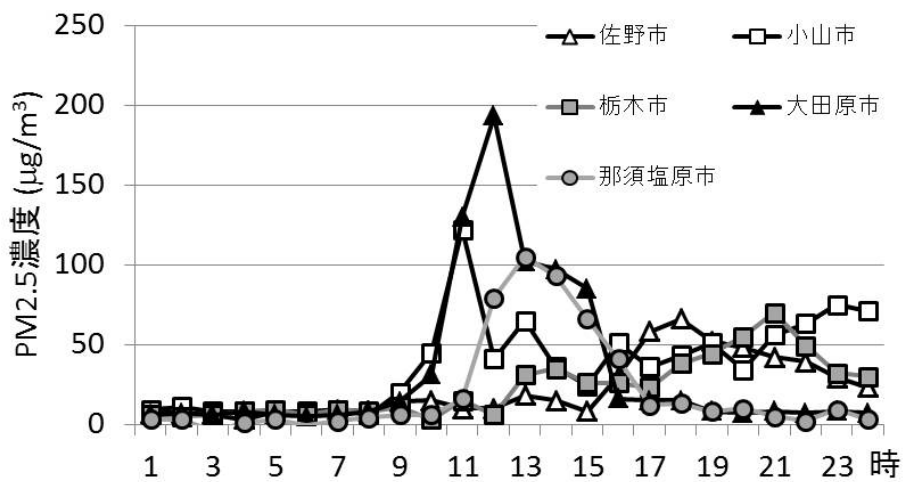


図5 しば焼きの日のPM2.5濃度の経時変化

引用文献

- (1) Dockery DW, et al: An association between air pollution and mortality in six U.S. cities, *N Engl J Med.*, **329**, 1753-1759 (1993).
- (2) Pope CA, et al: Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults, *Am J Respir Crit Med.*, 151, 669-674(1995).

〔演題〕 リスクアセスメントによる製造環境のモニタリングポイントとデータ管理

〔所属〕 中外製薬工業株式会社 品質研究部 宇都宮品質管理第1グループ

〔氏名〕 ○落合 宏則

田澤由希子

和氣 知美

千々和歩美

【はじめに】

医薬品製造区域の環境モニタリングの目的は、清浄度基準への適合度確認、製造時の異常傾向の把握、及び製品品質への影響の未然防止などが挙げられる。目的達成の為には、製造環境評価プログラムの策定が重要であり、製薬各社でリスク分析に基づき、モニタリングポイントや頻度の設定を行っている。これらの活動について、弊社の手法を概説し、環境用水管理システム活用改善事例を紹介する。

【環境モニタリングポイントの設定】

JP17やPIC/Sには清浄度とその環境微生物の許容基準や詳細が示されている。しかし、具体例の記載を読み取ることは容易ではなく、弊社の事例を共有する。

弊社での環境モニタリングの策定においては、まず浮遊微粒子・落下菌・浮遊菌：作業エリアの有効面積の調査を行い、ISO14644-1に準じて \sqrt{A} を整数に切り上げ測定ポイント数(詳細ポイント)としている。原則として、重要ポイント30cm、作業面から30cm以内。詳細ポイント3回実施、製品影響が懸念されるポイント(オープンプロセス、製品/容器に隣接など)環境汚染の懸念ポイント(環境区分の隣接部、設備/機器の発塵部、水溜り、作業人数)を考慮したものとしている。

付着菌については、作業エリアの作業内容、動線から作業者が触れる場所をリスト化し、製品影響が懸念されるポイント(オープンプロセス、製品/容器に隣接)を考慮して詳細ポイントを設定している。

次に原則作業時の詳細ポイントで3回以上リスクを適切に評価できるタイミングで測定した。

最後段階では、測定ポイント毎にワーストポイントや汚染傾向等及び影響度、発生確率、検出難易度を考慮したリスクアセスメントを実施し、作業環境を適切に評価する常時・定期モニタリングポイントを作成する。さらに作業エリアのGMP薬制の規定を確認し、最終ポイントを設定する。リスクスコアが低い場合でも最低1か所をエリアに設けている。この段階で作図し、SOPに定め、定期的な傾向管理を開始することとしている。

モニタリング頻度については、清浄度区分、薬液との間接/直接の接触具合・微粒子発生源、作業時間(頻度)、検出率、微粒子・微生物規格逸脱さらに作業エリアのGMP薬制の規定を確認し、最終の頻度を設定した。再評価は傾向分析結果に異常・増加傾向ある場合、製品品質に影響を及ぼす可能性が示唆された場合は再評価を実施し、ポイント選定/頻度の妥当性を確認することとしている。

【管理システムによるデータ管理】

GMP商業生産が開始され、これらの環境試験が定型業務となると、多くの場合紙記録を用いる

ため、GMP 三原則：①人為ミスを抑える、②医薬品の汚染、品質低下防止、③品質保証システムの設計の視点からの課題などがあつた。さらには、現在世界中で問題視されているデータの完全性（データインテグリティ）の観点からも考慮すべき課題が考えられた。

例えば、

- ✓ 多くの検体に識別(ユニークな表示)にかかる労力
- ✓ 複雑な計画 (同一エリア内で作業によりポイント変更)
- ✓ サンプルング漏れ (計画・指示漏れ、計画・指示書の確認漏れ)
- ✓ 記録書の発行管理にかかる労力
- ✓ 記録ミス(誤記入、作為的な変更)
- ✓ プレート観察日の管理に掛かる労力
- ✓ 傾向管理 グラフ作成の為の労力、タイムリーな実施に課題

そこで弊社では国内初導入の環境モニタリング管理システム (MODA) を導入し、種々の課題について改善を図つた。その結果、下記のような業務において効果的な改善を得ることが出来たと考えている。

- ✓ 電子記録によるデータ完全性確保下での多数のサンプル処理の実現、
- ✓ バーコードによる容易なサンプルの識別・時間管理、
- ✓ システム指図によるサンプルング漏れ抑制、
- ✓ 電子記録・証跡の確保による記録ミス・改ざん抑制、
- ✓ システムでの自動判定による誤判定抑制、
- ✓ 保存データからの容易なグラフ作成、
- ✓ タイムリーな傾向管理を実現

【終わりに】

製薬会社のバイオ医薬品工場は環境管理・用水管理では労働集約的な業務を実施しており、環境管理システムの導入は、電子データによる記録データの完全性確保、業務効率化や人為ミス防止等の面で有効であつたと考えている。

一方で IT にかかる経費など運用に際しては、IT 人材の確保を含め、考慮すべき課題が観られた。