

残留農薬検査における業務管理について（その6）

－検査の効率化，ヒューマンエラー防止へ向けた取り組み－

徳島県立保健製薬環境センター

湯浅 智子・吉田 理恵・片山 幸

坂東 優子・岩佐 智佳

Operative Management on the Survey of Pesticide Residues in Agricultural products

(Part 6: Action for efficiency and human error prevention of the inspection)

Tomoko YUASA, Rie YOSHIDA, Yuko BANDO, Miyuki KATAYAMA and Chika IWASA

Tokushima Prefectural Public Health, Pharmaceutical and Environmental Sciences Center

要 旨

残留農薬検査業務管理の改善活動の一環として，検査業務の効率化，ヒューマンエラー防止へ向けた取り組みについて報告する。

Key words: 残留農薬 pesticide residue, 業務管理 operative management, 効率化 efficiency, ヒューマンエラー Human error

I はじめに

残留農薬検査をはじめとする食品衛生検査を取り巻く状況は，ここ数年で激変した。ポジティブリスト制度の導入，加工食品等への検査範囲及び検査項目が拡大するとともに，消費者の食の安全，安心への関心の高まりを受け，県が毎年策定する監視指導計画の中の予定検体数は，増加の一途をたどっている。

その一方で，検査担当者の異動周期が短くなり，検査未経験者が業務を担当する場合も多く，検査技術の承継，専門性の確保が課題となっている。

しかも，食品衛生検査においては，信頼性の確保が求められており，GLPに基づき業務管理を行う必要があることから，通常より検査手法が煩雑である。

そこで，当センターでも，こうした課題に対処し，検査担当者がスムーズに業務を遂行するため，標準作業書を作成し，これに基づいて業務管理を行う中で，業務改善活動に取り組んでおり，これまでも本誌で報告してきた^{1)～5)}。

今回は，初歩的なミスや，非効率な業務による疲労が，事故を引き起こすヒューマンエラーにつながるという観点か

ら，ヒューマンエラー防止に向けて取り組んだ事例を報告する。

II ヒューマンエラーとは

ヒューマンエラーとは，事故のきっかけになる人間の間違いを指し，各方面でその防止策が研究されている⁶⁾。

検査においては，小さなミスが，①検査結果の間違い（検査の信頼性喪失，業者への不利益処分等）②検査員の事故，健康被害，③環境汚染，④財政的損失（機器故障等）等の事故につながる可能性があり，その防止策の検討は重要である。

ヒューマンエラーの防止対策としては，次の3点が指摘されている。

- ①作業を行いやすくする。ヒューマンエラーの発生頻度を抑制する。
- ②人に異常を気づかせる。損害が出る前に事故を回避できるようにする。
- ③被害を抑える。小さな事故が大きな事故に発展しないようにする。

今回は特に①，②に着目し，改善策を検討した。

Ⅲ 改善事例

1 検査に使用する器具の準備

(1) 改善前の状況・問題点

従来は、検査に使用する器具は、事前に必要な数を工程ごとにかごに分け、検体番号を記入したカラーラベル（以下「ラベル」という。）を貼付し準備していた。

しかし検査前の準備であるため、詳細を規定せず、準備担当者のスケジュール、手法に委ねて行っていた。

そのため、器具の過不足、ラベルの貼付位置が悪くはかれる、ラベルの文字が有機溶媒で消えるなどの事例があり、その都度対応していた。

(2) 改善方法

準備作業に次のルールを設けて標準化した。

ア 器具準備リストの見直し

従来使用してきた器具の名称、容量及び必要数をまとめた一覧表に、次のイ～カのルールも記載し、確認しながら準備することとした。

イ ラベルの色分け

器具には、検体番号を記載したラベルを貼付しているが、同時に検査する検体には、検体番号ごとに全て異なる色のラベルで色分けすることとした（図1-1）。

ウ ラベルの記入方法

ラベルへの検体番号の記入は、マジック・ボールペンではなく、有機溶媒の影響を受けにくい鉛筆で行うこととした。

エ ラベル準備の工夫

ラベル貼付の前に、予め必要な数＋予備数のラベルを準備し、シール台紙ごと、クリアケース（ハード）に両面テープで固定し、一度に検体番号を記載した上で、使用するようにした（図1-2）。

オ ラベルの大きさ、貼付位置の統一

その器具の使用に適した大きさ及び適した位置を指定して貼付するようにした。

特に作業中の見やすさ、はがれにくさに留意した。

代表的な例を紹介する。

(ア) なす型フラスコ

首の部分に貼付するようにした。ロータリーエバポレーターによる濃縮工程で、水浴に浸かってはがれるおそれがなく、クリップで固定できる位置にした。

(イ) 分液ロート

コックを右側に向けた状態で、最も膨らんだ部分より少し上部、正面より右側にずらした部分に貼付することとした。液-液分配の観察に支障のない位置であり、かつ空気穴の真下を避け、穴から内容液が垂れても汚染しない位置にした。

カ 並べ方の統一

器具を試験管立てや、コンテナに並べる際の順序は、検体番号の小さい順に、最前列の左から右へ並び、順次奥の列に並べる、というルールを設けた。

(3) 効果

ア 器具準備リストを見直し、担当者が変わっても常に迅速・正確な準備作業ができるようになった。

イ ラベルを検体番号ごとに色分けし、番号と色の両方で判断できるようにしたことで、確認が容易になり、取り違えの確率も低下した。

ウ 必要数のラベルに一度に番号を記載することにより、ラベルの作成ミスを防ぎ、クリアケースに貼付することにより、貼付が容易になり、ラベルの貼付もれもチェックできるようになった。

エ 準備作業の効率化、ミスの防止に加えて、検査効率の向上、検査ミスの防止につなげることができた。

表1 残留農薬検査（野菜・加工品）器具準備一覧表

※ガラス器具の破損に注意。特に脱水用ロートとトラップ球。

器具名	準備数	サイズ	ラベル位置
1 フードプロセッサー（ガラス製）	n	大 小	本体 フタ上面
2 300mlマイヤー（SPC34） +SPCフタ(34)	n	大 小	マイヤー下部 フタ
3 テフロンスパーテル	2n	小	背面
4 100mlメスシリンダー	2n	大	目盛り上部、注ぎ口の逆側 半数はアセトニトリル専用（桃ラベル）を準備
5 300mlマイヤー（有栓）	n	大	マイヤー側面下部
6 φ60桐山ロート	n	大	側面
7 10ml駒込ビベット	n	小	球とスポイトの間、目盛りの裏側
8 300ml分液ロート	n	大	球体の肩の部分 （コックを右側に向け、正面よりやや右側に貼付）
9 足太ロート	n	小	
10 50mlPP製遠沈管	2n	大	本体目盛りの裏側上部 フタには縁部にペンで記入
11 PFAチューブ	n	不要	アダプターを取り付ける
12 100mlマイヤー+フタ（SPC24）	n	大 小	側面下部 フタ上面
13 脱水用ロート	n	大	側面
14 200mlナスコル（SPC24）	n	大	首の部分
15 トラップ球	n	大	球の肩の部分
16 15mlPP製遠沈管	n	大	12と同じ
17 PFAチューブ（再使用分）	n	不要	アセトニトリル・トルエン専用、黄ラベル貼付済 アダプターを取り付ける
18 50mlナスコル（SPC） （ヘキサシ洗浄したもの）	n	大	首の部分
19 2ml褐色有栓試験管 （ヘキサシ洗浄したもの）	3n	不要	なるべく目盛りの読みやすいものを選ぶ

●ラベルの準備
検体番号ごとに異なる色のラベル（白、青、黄、桃、黄緑、橙）を作成しておき、貼付する。
各色のシールを18枚分取り、うち下から3つを縦半分に切る（→15枚＋半分の枚）。
これをクリアケース（ハード）に両面テープで貼り付けておき、鉛筆で検体番号を一度に記載する。

●器具の並べ方
検体番号の小さい順に、最前列の左から右へ並び、順次奥の列に並べる。



図 1-1 器具のラベルによる識別 (右側が正面方向)



図 1-2 ラベル準備の工夫

2 検査に使用する有機溶媒の識別・使用方法

(1) 改善前の状況・問題点

試薬メーカーから市販されている試薬には、統一したラベルが貼付されており、試薬名や規格が一目では識別しにくく、食品の検査では、有機溶媒の使用頻度が高いため、取り違えが起こる可能性が考えられた。

また、残留農薬検査の抽出過程でアセトニトリルを使用する際に、必要量をメスシリンダーで添加する作業の効率が悪かったため、改善が必要であった。

(2) 改善方法

ア 規格毎に異なるメーカーの製品を使用

当センターで使用する有機溶媒の規格は、主に「残留農薬・PCB試験用」と、「HPLC用」である。

同じ有機溶媒でも、容量は同じで規格が違う製品を使用するため、規格を確認するには、ラベルの端の小さな文字を確認しなければならず、紛らわしかった。

そこで、規格毎に違うメーカーの製品を使用し、ラベルのデザインで規格を判別しやすくした。

イ 有機溶媒のイメージカラーの決定

検査には、同じ規格で異なる種類の有機溶媒を使用するため、同じメーカーの有機溶媒は、名称が識別しにくい。そこで、有機溶媒の種類毎にイメージカラー

を決めて、その色のカラーラベルを有機溶媒の試薬瓶に貼付し、識別を容易にした。

また有機溶媒は、使用の都度、試薬瓶からガラス容器に小分けして使用しているが、ガラス容器やピペットにもイメージカラーのラベルを作成し貼付した(図2-1)。

ウ 有機溶媒を量るメスシリンダー(図2-2)

台のついていない100mL容量のメスシリンダー(特注品)を使用するようにし、試験管立てに立てて、実験台上に安全に多くのメスシリンダーを置けるようにした。

残留農薬検査の抽出過程では、アセトニトリルを合計で100mL使用しているが、検体ごとに別のメスシリンダーを使用し、添加ミスを防ぐようにした。

また最初に100mLのアセトニトリルを量り、そこから必要量を添加するようにして、添加の都度、試薬瓶から量る作業を省き、かつ残量で抽出がどこまで進んでいるかが確認できるようにした。

(3) 効果

有機溶媒の識別に色分けを利用し、また、有機溶媒を量るメスシリンダーを工夫することにより、業務効率が向上し、ミスも防止できるようになった。



図 2-1 有機溶媒の識別



図 2-2 有機溶媒を量るメスシリンダー

3 標準溶液調製時のミス防止策

(1) 改善前の状況・問題点

当センターでは、市販の農薬混合標準液に、1農薬ごとに自家調製した標準液原液（以下、原液という。）を混合したものを標準溶液として用いている。

自家調製の原液は現在、GC/MS/MS測定用が38品目、LC/MS/MS測定用が34品目、うち共通品目が6品目であり、添加量は一部の原液で異なるため、混合する過程で調製ミスが起こる可能性があった。ミスは測定結果を見た後で判明するため、再調製が必要になれば、検査の迅速性が著しく低下する。

(2) 改善方法

ア 混合の順序の工夫

添加量の異なる原液を混合する作業を最初に行い、注意を払い見落としのないようにした。

また、添加量の異なる原液の容器には、目立つ色で添加量を表示したラベルを貼付した。

イ 混合作業時の原液の取り違い防止

混合は、混合標準溶液調製記録（表2）に沿ってチェックをしながら行うが、原液は、混合標準溶液調製記録の順番に、フリージングコンテナ等（以下「Fコンテナ」という。）に前列左から右、前から後ろへの順に並べた。

混合作業の前に、保管用のFコンテナとは別のFコンテナに原液を全て移しておき、混合が終わったものから順に、保管用のFコンテナに戻し、混合の前後で原液の場所を変えるようにし、作業が一時的に中断された場合でも、どこまで混合が終わっているかが確認しやすくなった（図3）。

ウ ピペットの本数による確認

各標準液の調製の最後に、使用したピペットの本数を数えて、混合した原液の数と一致しているかを確認し、混合もれのないことを確認するようにした。

(3) 効果

標準液の調製作業が行いやすくなり、効率が向上すると共に、調製ミスが起こらなくなった。

表2 混合標準溶液調製記録

1 StdMix-C1 (20種アセトン混合液、各20ppm) の調製 注) ppm=ug/mL
調製日: 調製者: >

	番号	農薬名	標準原液濃度	採取量 チェック	メスアップ量 (アセトン)	保存
1	A1-1	trifluralin	1000ppm	0.5mL ☐	25mL ☐ (容器: 25mL褐色 メスフラスコ)	50mLスタン ダード ベッセル (褐色)に 移し、冷蔵 保存 ☐
2	A1-5	isoxathion	1000ppm	0.5mL ☐		
3	A1-8	dichlofenthion	1000ppm	0.5mL ☐		
4	A2-1	DCIP	1000ppm	0.5mL ☐		
5	A2-4	triflumizole metabolite	1000ppm	0.5mL ☐		
6	A2-5	chlorothalonil	1000ppm	0.5mL ☐		
7	A2-8	tetraconazole	1000ppm	0.5mL ☐		
8	A2-11	procymidone	1000ppm	0.5mL ☐		
9	A2-12	triflumizole	1000ppm	0.5mL ☐		
10	A2-14	hexaconazole	1000ppm	0.5mL ☐		
11	A2-17	kresoxim methyl	1000ppm	0.5mL ☐		
12	A2-21	fenpropathorin	1000ppm	0.5mL ☐		
13	A2-22	etoxazole	1000ppm	0.5mL ☐		
14	A2-26	ethofenprox	1000ppm	0.5mL ☐		
15	B1-8	alachlor	1000ppm	0.5mL ☐		
16	C1-1	fenothiocarb	1000ppm	0.5mL ☐		
17	C1-2	disulfoton	1000ppm	0.5mL ☐		
18	C1-3	buprofezine	1000ppm	0.5mL ☐		
19	C1-4	indoxacarb	1000ppm	0.5mL ☐		
20	C1-5	azoxystrobin	1000ppm	0.5mL ☐		

2 StdMix-D1 (15種アセトン混合液、各20ppm、一部40ppm) の調製 注) ppm=ug/mL
調製日: 調製者: >

	番号	農薬名	標準原液濃度	採取量 チェック	メスアップ量 (アセトン)	保存
1	B1-4	pencycuron	1000ppm	0.5mL ☐	25mL ☐ (容器: 25mL褐色 メスフラスコ)	50mLスタン ダード ベッセル (褐色)に 移し、冷蔵 保存 ☐
2	B1-5	dimethoate	1000ppm	0.5mL ☐		
3	B1-9	folpet	1000ppm	0.5mL ☐		
4	B1-12	mepanipyrim	1000ppm	0.5mL ☐		
5	B1-14	fludioxonil	1000ppm	0.5mL ☐		
6	B1-15	chlorfenapyr	1000ppm	0.5mL ☐		
7	B1-21	tralomethrin	1000ppm	0.5mL ☐		
8	B2-1	2,4-dichloroaniline	1000ppm	0.5mL ☐		
9	B2-2	trichlorfon	1000ppm	0.5mL ☐		
10	B2-6	imibenconazole debenzyl	1000ppm	1mL ☐		
11	B2-8	tetrahydrophthalimide	1000ppm	1mL ☐		
12	A2-20	bifenthrin	1000ppm	0.5mL ☐		
13	D1-1	methidathion (DMTP)	1000ppm	0.5mL ☐		
14	D1-2	oxadixyl	1000ppm	0.5mL ☐		
15	D1-3	tolfenpyrad	1000ppm	0.5mL ☐		



図3 混合作業時の原液の取り違い防止

4 機器分析に使用するバイアルの識別

(1) 改善前の状況・問題点

機器分析に使用するバイアルには、手書きで標準液の種類や濃度、サンプル名を記載していたが、小さい字で記載しにくく、読みにくかった。

(2) 改善方法

ア テブラによるバイアル用ラベルの作成

PCリンク機能のついたテブラで印字し、バイアルに貼付して予め準備するようにした。

検量線用標準液は赤色で、試験溶液は黒色で印字することとした(図4)。

イ バイアルのキャップの色分け

バイアルのキャップの色を標準液と試験溶液で区別した(図4)。

(3) 効果

テブラの使用により文字の読みやすさが向上し、文字やキャップの色分けにより確認がしやすくなった。



図4 バイアルの識別

5 洗浄作業・試薬管理の改善

(1) 改善前の状況・問題点

ア 洗浄作業における問題点

検査に使用した器具は、検査の対象が食品であるた

め、中性洗剤で洗浄した後、アルカリ洗剤に浸漬し洗浄しているが、汚れの程度によって、中性洗剤に1回又は2回浸漬する工程を加えたり、より強力なアルカリ洗剤に浸漬する場合がある。

洗浄作業終了後に何らかの洗剤に浸漬した状態で、進行状況が分からなくなることがあった。

イ 試薬の管理における問題点

試薬等を大量に購入し使用する場合の在庫管理がしにくく、固相抽出カートリッジなどは箱の中の残りの個数が把握しにくかった。

(2) 改善方法

ア 洗浄作業における進行状況の表示

洗浄作業終了後に、ボーダーラベル等(以下、「Bラベル」という。)に進行状況を記載して浸漬槽に貼付するようにした。

イ 納入された試薬等へのラベル貼付(図5)

Bラベルを使用し、試薬等が納入された際に、納入日、本数(例:1/全数)を記載したBラベルを貼付し本数の順に使用することにより、Bラベルを見て残りの本数が確認できるようにした。また開封時には、Bラベルの余白に開封日を記載することとし、見やすくした。

固相抽出カートリッジなど個数の管理が必要なものには、箱の外側にBラベルを貼付し、使用日と残りの個数を記載し、箱を開けずに個数が確認できるようにした。

(3) 効果

Bラベルを有効に活用することにより、洗浄作業の進行状況が確実に把握でき、確実に洗浄作業が実施できるようになった。

また、試薬等の在庫管理も行いやすくなった。



図5 試薬等のBラベルによる管理

IV まとめ

今回は、検査の準備段階から試験溶液測定までの工程についての効率化、ヒューマンエラー防止へ向けた改善事例について報告した。データ解析過程の改善事例については割愛したため、別の機会に報告したい。

検査工程の中では、思わぬミスが起こることがある。検査は確認作業の繰り返しでもあるため、確認がしやすくミスに気づきやすい方法を検討した。その過程で、事前に検査しやすい環境を整え、準備を万全に行うことの重要性を再認識した。

このように、組織として、担当者個々の方法に委ねて行いがちな部分に目を向けて、ルールを設け標準化し、共通認識を持って作業することは、重要であると考ええる。これにより、効率化が図られるとともに、思い込み、勘違いによるミスの防止にもつながる。

今後も「人間は間違いを起こすもの」との認識をもち、ヒューマンエラー防止の観点から、業務改善を継続していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 残留農薬検査における業務管理について(その1)－農薬標準品の管理状況－ 堤泰造ら 保健環境センター年報(2005)
- 2) 残留農薬検査における業務管理について(その2)－データ解析過程での透明性・客観性確保に向けた取り組み－ 堤泰造ら 保健環境センター年報(2006)
- 3) 残留農薬検査における業務管理について(その3)－データ解析過程での透明性・客観性確保に向けた取り組み－ 堤泰造ら 保健環境センター年報(2007)
- 4) 残留農薬検査における業務管理について(その4)－検体の保管及び廃棄管理－ 湯浅智子ら 保健環境センター年報(2008)
- 5) 残留農薬検査における業務管理について(その5)－分析機器のメンテナンスマニュアルの改善事例－ 堤泰造ら 保健環境センター年報(2009)
- 6) ヒューマンエラーを防ぐ知恵 ミスはなくなるか 中田亨 著 (株式会社化学同人)