

東北大学における化学物質の作業環境測定結果に基づく大学の環境衛生の課題について

中村 修¹⁾、色川 俊也²⁾、進藤 拓¹⁾
小川 浩正²⁾、黒澤 一²⁾、大井 秀一¹⁾²⁾

平成17年度から平成20年度までの間に東北大学で実施した化学物質の作業環境測定結果、及び測定時の作業状況・室内環境について第2・第3管理区分と評価された実験室の分析を中心に検討し、大学研究室の環境衛生の現状及び問題点について考察した。本学における作業環境測定結果において、第2・第3管理区分になる事例は例年1～2%程度と、ごく僅かであるが、有機溶剤では、キシレン、クロロホルム、ノルマルヘキサンなど揮発性の高い物質で間欠的な瞬時曝露が問題となって第2・第3管理区分なるケースが認められた。しかし、これらの作業の多くは局所排気装置外で行われており、作業場を局所排気装置下に変更することで良好な作業環境へと改善した。特定化学物質では、ホルムアルデヒドを扱う作業場で第2・第3管理区分となるケースが多く認められたが、解剖学実習室や病理標本を取り扱う作業など、排気設備の大規模な改善を要する事例が多かった。また、いくつかの事例では、薬品瓶や廃液タンクの蓋の開放など測定結果に影響を及ぼす実験室内での環境衛生上の問題を併せて指摘された。

今回の検討では、大学実験室の作業環境の良悪は教員や学生の“作業管理”水準に依存する部分が大いと考えられたため、教員や学生を対象に環境安全衛生に関する教育を継続的に実施し、研究室ごとの自主的なリスクアセスメントに基づいた環境衛生管理を展開できる様に啓発してゆくことが重要であると思われた。

キーワード：大学，作業環境測定，作業管理，環境安全衛生教育

1. はじめに

平成16年度に行われた法人化に伴う国立大学法人（以下、大学）への労働安全衛生法（安衛法）の適用により、大学においても民間企業と同様、作業環境測定をはじめとする法に基づいた厳格な環境衛生管理が義務づけられた。

大学における作業環境測定の現状については、既にいくつかの報告がなされているが、いずれの報告においても、法人化前後の設備投資や研究者の意識改革により、法人化前の環境衛生環境は大きく改善し、大学での化学物質に関する作業環境測定結果では大きな問題は認められなかったと報告されている。¹⁾²⁾³⁾しかし、大学の様な教育研究機関の実験室では、多種類の薬品を使用しているが、1回あたりの使用量が僅かであり、

実験操作も短時間で終わっていることや、年間を通じて同じ実験作業が定期的に行われている事がまれなことなどから、現在の作業環境測定法での評価には限界がある可能性が示唆されていた。⁴⁾⁵⁾⁶⁾また、上村ら⁷⁾は、学外の委託業者による作業環境測定では、測定日時の調整に限界があるため、大学の作業環境測定は、各大学の特性に合わせた柔軟な対応を可能とし、費用を軽減できる、学内専門チームにより行われるのが望ましいと報告している。

東北大学では、平成16年度後期から学内専属スタッフによる作業環境測定を行っている。平成17年度前期から平成20年度後期まで実施した有機溶剤または、特定化学物質取扱のある実験室（作業場）の測定件数は延べ1885作業場、4179物質に及んでいる。測定の概要と結果の一部は既に報告しているが⁸⁾⁹⁾、本稿では、これらの測定結果のうち第2管理区分、第3管理区分と評価された大学実験室の環境衛生管理上の問題点を指摘し、その後の改善状況を分析することで、教育研究機関の環境衛生管理における作業環境測定結果の有

2010年3月18日 原稿受付，2010年9月1日 受理

1) 東北大学環境保全センター：〒980-8579 宮城県仙台市荒巻字青葉6-6-04

2) 東北大学環境・安全推進センター

効な活用と、適正な大学実験室での環境衛生管理を展開するための要点を考察した。

2. 作業環境測定方法

作業環境測定は、東北大学環境保全センターに所属する作業環境測定士資格を持つ専任教員（助手）2名、技術補佐員1名を中心に平成16年度後期より有機溶剤中毒予防規則（有機則）が定める第1種、第2種有機溶剤と特定化学物質等障害予防規則（特化則）で定める第1類、第2類特定化学物質（特化物）を対象として開始した。

本学では、平成16年度に作業環境測定が必要な化学物質のリストを全事業場に配布し、所轄労働基準監督署（労基署）の指導・判断に基づいて、これらの化学物質を使用する場合は原則として作業環境測定を行うよう取り決めがなされた。これらの情報を事業場（研究科、研究所）の安全管理室や衛生管理者を通じて各研究室に通知し、各事業場長の責任のもとに測定対象箇所を取りまとめて申告してもらった。

更に、大学では非常に少量の有機溶剤を限られたケースでのみ使用する場合も多いため、有機則の一部適用除外申請（作業環境測定等の免除）についても周知を行い、事業場ごとに所轄の労働基準監督署へ申請を行った。しかし、実際には測定計画（デザイン）の際に行う実験者からの聞き取り調査の段階で、追加で測定を必要とする事が判明する場合も多々あり、測定開始当初は例年、測定件数が測定依頼件数を上回っていた。

測定は作業環境測定基準に則った一日測定で6ヶ月以内に1回の頻度で実施した。各事業場の安全管理室または事務担当には、測定日に併せて実験を行うように各研究室との日程調整を依頼し、原則として測定対象物質使用での測定を行っている。しかし、2名の専任教員が全学の測定を担当している状況であるため、どうしても日程調整がつかない場合には、測定計画の際に聴取した内容に基づき、実際に行われる実験内容・作業時間に併せて測定対象物質の瓶を使用場所に設置・開栓することで擬似実験状態を作り出し作業環境測定を実施した。測定の結果第2管理区分または第3管理区分となった事例については、原因を解明する

目的で、更に作業時間や作業内容、測定作業場内の環境衛生環境の確認、作業担当者への聞き取り調査を行った。また、測定の結果に関わらず、作業場で改善すべき作業環境管理・作業管理上の問題点がある場合には、その場で改善への助言を直接行うと同時に指摘事項として抽出・記録し、添付文書にして測定結果報告書と共に各研究室に通知した。

今回、我々は、前期・後期年2回の作業環境測定が実施されるようになった、平成17年～平成20年度の測定実績を整理した。

3. 結 果

[1] 年度別測定作業場数の推移

平成17年度から平成20年度までに化学物質の作業環境測定を行った、各年度の前期・後期延べ測定作業場数を系統別に示す（表1）。平成18年度には学内で作業環境測定の法的義務に関する認識が浸透してきたことにより、又、平成20年度には遠隔地の事業場（付属の研究所）などの作業環境測定が開始されたことにより測定作業場数は増加した。また、平成20年度には、平成20年3月の安衛法施行令等の改正によりホルムアルデヒドが特化則の第3類物質から第2類物質に変更され、特化則第36条に基づく作業環境測定の実施が義務付けられたことにより測定依頼件数が大幅に増加した。平成19年度の測定作業場数の減少は、理工系の一部の事業場で改修工事があり、測定を見送ったためである。尚、有機則第2条の作業環境測定適用の除外を申請し、所轄労基署より許可された作業場（実験室や実習室、工場作業場など）が、平成20年度の時点で525件になっている。

[2] 測定対象物質別測定件数の推移

表2に測定対象物質別の測定件数の推移を示す。測定件数が多いものや第2、第3管理区分となった事例が認められた物質を中心に集計し、それ以外の環境衛生上問題となる事例のなかった測定件数が少ない化学物質はまとめて「その他」とした。測定対象物質のうち、有機溶剤では、アセトンやメタノールの測定依頼が多かった。これは、理工系、農学・生命科学系の研究科で実験器具や金属試料の洗浄用溶媒として頻用さ

表1 測定作業場数の各年度における推移

系統 \ 年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	小計
理工系	240	264	236	326	1066
医歯薬系	100	148	155	162	565
農学生命科学系	57	60	61	69	247
その他	2	2	1	2	7
小計	399	474	453	559	1885

表2 測定対象物質別測定件数と評価結果の推移

測定対象物質	管理区分 ¹⁾ 管理濃度 ²⁾ (ppm)	平成17年度		平成18年度		平成19年度		平成20年度		小計			
		1/2/3	計	1/2/3	計	1/2/3	計	1/2/3	計	1/2/3	計		
有機溶剤	アセトン	500	197/0/0	197	197/0/0	197	173/0/0	173	238/0/0	238	805/0/0	805	
	メタノール	200	106/0/0	106	116/0/0	116	97/0/0	97	117/0/0	117	436/0/0	436	
	クロロホルム	10	77/3/0	80	81/1/0	82	75/0/1	76	88/1/0	89	321/5/1	327	
	キシレン	50	65/0/1	66	74/1/3	78	79/0/0	79	81/0/0	81	299/1/4	304	
	ノルマルヘキサン	40	45/1/1	47	46/1/0	47	40/1/0	41	59/0/0	59	190/3/1	194	
	イソプロピルアルコール	200	50/0/0	50	52/0/0	52	42/0/0	42	43/0/0	43	187/0/0	187	
	酢酸エチル	200	42/0/0	42	34/0/0	34	29/0/0	29	41/0/0	41	146/0/0	146	
	エチルエーテル	400	36/1/0	37	34/0/0	34	28/0/0	28	35/0/0	35	133/1/0	134	
	トルエン	50	28/0/0	28	27/0/0	27	20/0/0	20	32/0/0	32	107/0/0	107	
	ジクロルメタン	50	30/0/0	30	26/1/0	27	15/0/0	15	30/0/0	30	101/1/0	102	
	その他	-	93/0/0	93	93/0/0	93	77/0/0	77	113/0/0	113	376/0/0	376	
小計	-	769/5/2	776	780/4/3	787	675/1/1	677	877/1/0	878	3101/11/6	3118		
特定化学物質	弗化水素	2	59/0/0	59	74/0/0	74	71/0/0	71	88/0/0	88	292/0/0	292	
	アクリルアミド	0.3 (mg/m ³)	37/0/0	37	55/0/0	55	51/0/0	51	51/0/0	51	194/0/0	194	
	ホルム	(法改正前)	0.25	10/2/1	13	19/3/0	22	24/1/4	29	-	-	53/6/5	64
	アルデヒド	(法改正後)	0.1	-	-	-	-	-	-	61/14/9	84	61/14/9	84
	エチレンオキシド	1	4/0/0	4	7/0/1	8	7/0/0	7	8/0/0	8	26/0/1	27	
	ベンゼン	1	13/0/0	13	13/0/0	13	9/0/0	9	15/0/0	15	50/0/0	50	
	その他	-	45/0/0	45	93/0/0	93	105/0/0	105	107/0/0	107	350/0/0	350	
小計	-	168/2/1	171	261/3/1	265	267/1/4	272	330/14/9	353	1026/20/15	1061		
合計	-	937/7/3	947	1041/7/4	1052	942/2/5	949	1207/15/9	1231	4127/31/21	4179		

1) 管理区分は表中「第1管理区分/第2管理区分/第3管理区分」と記載した。

2) 測定を行った当時の管理濃度。クロロホルム、トルエン、弗化水素およびアクリルアミドの管理濃度は法改正により現在は異なっている。

れているためである。

クロロホルムについてはDNAの抽出やシリカゲルカラムクロマトグラフィーなど、幅広い分野で比較的使用頻度が高かった。平成17年度から平成20年度までに、延べ327件の測定実績があり、そのうち第2管理区分5件、第3管理区分1件であった。これらの事例ではクロロホルムを用いた減圧濾過などの比較的短時間の作業を局所排気装置の外で行っていた。クロロホルムについては平成21年7月の法改正により管理濃度が10ppmから3ppmに変更されたが、局所排気装置内での作業を徹底するなどの対応により、法改正以降の平成21年度以降の作業環境測定において、第2・第3管理区分になった事例は無くなった。

キシレンは主に医歯学系で生体サンプル等から顕微鏡観察用パラフィン包埋標本を作成する際に、複数の工程で使用されている。平成17年度から平成20年度までに、延べ304件の測定実績があり、そのうち第2管理区分1件、第3管理区分4件であった。顕微鏡観察用試料作製の際には、プレパラートをキシレン槽に浸漬する透徹作業や、プレパラートにキシレンを滴下する封入作業を実施している。透徹作業は10分以内、封入

作業は20分程度で終了するケースが多かったが、局所排気装置外で作業を行っていた一部の実験室において、近傍のキシレン気中濃度が速やかに高くなり、B測定値が大きくなったケースがあった。キシレンはより毒性が低い代替溶剤（脂肪族炭化水素など）への切り替えが推奨されているが、代替品のコスト、作業時間が代替品の場合長くなる、出来上がったプレパラートの鮮明度が低下する等の問題で代替が進まず、代替により作業環境測定結果が改善された事例は1作業場のみであった。依然キシレンを使用している実験室が多く、測定依頼件数も減っていない状況にある。

ノルマルヘキサンおよび酢酸エチルは有機合成の際に反応混合物を精製する過程において、シリカゲルカラムクロマトグラフィーの展開溶媒として頻繁に使用されている。平成17年度から平成20年度までに、ノルマルヘキサンは194件、酢酸エチルは146件の測定実績があり、ノルマルヘキサンのみ第2管理区分3件、第3管理区分が1件であった。シリカゲルクロマトグラフィーでは、ノルマルヘキサンと酢酸エチルの混合液（単独の場合もある）を比較的大量（数ℓ）に少なくとも1時間以上継続して使用する。加えてシリカゲルカ

ラムの構造上、ドラフト内に作業を移すことは難しいため、しばしば局所排気装置外で作業が行われている。この作業箇所近傍でノルマルヘキサンが高濃度を示す場合があった。この他にも実験室内の発生源（精製済みの液、シリカゲル捨て場または廃液タンクなどで口が開放していたり、漏斗が挿したままであったり）が室内のノルマルヘキサン濃度を上昇させていた事例があり、これらの作業場では第2管理区分と評価された。また、同時に使用されている酢酸エチルは、検出されることがあっても管理濃度が高いため評価上第2・第3管理区分となる事例は無かった。

特化物では弗化水素、アクリルアミド及びホルムアルデヒドの測定依頼が多かった。弗化水素は、理工系研究科において、デバイス開発試料のエッチングや無機分析時の酸処理剤として使用されていた。アクリルアミドは電気泳動など生化学実験の際に展開液や担体として使用されていた。重合済みのアクリルアミドゲルを購入することで代替可能であるが、このような対応がなされたのは本学全体で未だ数件のみである。

特化物の作業環境測定で、第2、第3管理区分となったのはほとんどがホルムアルデヒドを取り扱う作業場であった。ホルムアルデヒドは医・歯学系研究科の解剖学実習室、準備室では、全体換気装置のみの室内で大量に使用されており、近年、実習中の学生の曝露が大きな問題となっていた。その他、病院、医・歯学系研究科の病理標本を取り扱う作業室や実験室で、固定済みの生体標本が発生源となって標本処理作業の際に測定値が管理濃度を超過している事例がいくつか確認された。ホルムアルデヒドについては、安衛法改正に伴い、作業環境測定が義務づけられたのと同時に管理濃度が0.1ppmに下げられた。表3に平成20年度におけるホルムアルデヒドを対象とした作業環境測定結果に基づいた評価による管理区分件数の詳細を研究系列別に示した。前述の理由により医歯学系研究科や病院などで取扱の量や頻度の高い作業場で、第2・第3管理区分と評価された作業場の割合が高かった。農学・生命科学系分野および理工学系では、少量を局所排気

装置内で短時間取り扱う作業であったため、特に問題となる作業場は認められなかった。

特定化学物質の中でも揮発性にとみ、発癌性があるベンゼンは有機合成における反応溶媒などで使用されているが、引火性による危険性や毒性に関する研究者の認識も高いため、他の溶媒への代換えが進んでいる。現在は有機化合物のNMR分析試料調製溶媒（重ベンゼン）や、熱分解の非意図的生成物として一部の研究室で取り扱っているが、測定依頼件数も当初の予想より少なかった。

[3] 管理区分による作業環境の評価

表2には測定対象物質別に年度ごとの測定結果に基づく評価管理区分別件数も記載している。平成17年度から平成20年度までの間に、第2、第3管理区分となる実験室が延べ31作業場、52件認められた。このうち、測定対象物質がホルムアルデヒドであったものが、平成20年の管理濃度改正前の測定が11件、改正後の測定が23件含まれている。表3に平成20年度における系統別ホルムアルデヒド測定件数とその評価結果を示した。

表4では、第2管理区分および第3管理区分に評価された52件について、ホルムアルデヒド（管理濃度改正前・後）とそれ以外の物質に分けて、A測定の第1評価値（ E_{A1} ：単位作業場所においてすべての測定点の作業時間における気中濃度の実現値のうち高濃度側から5%に相当する濃度推定値）、と第2評価値（ E_{A2} ：単位作業場所における算術平均濃度推定値）、およびB測定値（CB：主に移動作業や間欠的作業時の作業員近傍の濃度を示す）に基づいた評価分布の測定対象物質ごとの件数を示したものである。表4-1で挙げた測定対象物質のうち、キシレン、クロロホルム、ノルマルヘキサンなどについては、A測定で第1評価値が管理濃度を超える場合であっても、第2評価値が管理濃度を超えることはなかった。また、B測定においては、測定値が管理濃度を超え、特にキシレンやクロロホルムなど揮発性の強い物質では管理濃度の1.5倍値を超えるケースがそれぞれ認められた。これらの結果からは、

表3 平成20年度におけるホルムアルデヒド測定の結果

管理区分	前期		後期		計
	1/2/3	計	1/2/3	計	
理工系	0 / 1 / 0	1	1 / 0 / 0	1	2
医歯薬学	26 / 7 / 4	37	29 / 6 / 5	40	77
農学生命科学系	2 / 0 / 0	2	2 / 0 / 0	2	4
その他	0 / 0 / 0	0	1 / 0 / 0	1	1
計	28 / 8 / 4	40	33 / 6 / 5	44	84

表4-1 第2・第3管理区分になった事例におけるA測定値およびB測定値の分布（ホルムアルデヒドを除く）

		A測定結果:測定対象物質(測定件数)		
		第1評価値<管理濃度	第2評価値≤管理濃度 ≤第1評価値	管理濃度<第2評価値
B 測定 結果	B測定値<管理濃度		クロロホルム (4) ノルマルヘキサン (1)	
	管理濃度≤B測定値 ≤管理濃度×1.5	エチルエーテル (1) クロロホルム (1) ジクロルメタン (1) ノルマルヘキサン (1)	キシレン (1) ノルマルヘキサン (1)	
	管理濃度×1.5 < B測定値	キシレン (3) クロロホルム (1)	エチレンオキシド (1) キシレン (1) ノルマルヘキサン (1)	

※ 斜体は第2管理区分、太字は第3管理区分

表4-2 第2・第3管理区分になった事例におけるA測定値およびB測定値の分布（ホルムアルデヒド E=0.25ppm）

		A測定結果:測定件数		
		第1評価値<管理濃度	第2評価値≤管理濃度 ≤第1評価値	管理濃度<第2評価値
B 測定 結果	B測定値<管理濃度		5	0
	管理濃度≤B測定値 ≤管理濃度×1.5	0	1	0
	管理濃度×1.5 < B測定値	1	2	2

※ 斜体は第2管理区分、太字は第3管理区分

表4-3 第2・第3管理区分になった事例におけるA測定値およびB測定値の分布（ホルムアルデヒド E=0.1ppm）

		A測定結果:測定件数		
		第1評価値<管理濃度	第2評価値≤管理濃度 ≤第1評価値	管理濃度<第2評価値
B 測定 結果	B測定値<管理濃度		8	0
	管理濃度≤B測定値 ≤管理濃度×1.5	0	6	2
	管理濃度×1.5 < B測定値	0	2	5

※ 斜体は第2管理区分、太字は第3管理区分

作業場内に基準を超える高気中濃度の場所が存在することや、特に揮発性の強い物質では間欠的な瞬時曝露が問題となっている可能性が示唆されたが、第3管理区分となった事例はすべてがB測定高値の評価を反映したものであった。また、表4-2、表4-3のホルムアルデヒドについては法律の改正前後を通じて1事例を除く32例がA測定による第1評価値が管理濃度以上となっていた。特に法改正によりホルムアルデヒドの管理濃度が0.1ppmに下げられてからは第2評価値も管理濃度以上となる事例が増えており、作業場全体の曝露が問題となっている事が示唆された。これらの事例は解剖学実習室という特殊な用途の作業場も含まれているが、作業場への健康影響の観点から速やかに改善を要する環境にある事が判明した。

[4] 第2・第3管理区分と評価された作業場で認められた環境衛生上の問題点

表5に第2および第3管理区分と評価された測定作業場の原因として考えられる、環境衛生上の問題点を示した。

第2・第3管理区分になった52件（=31作業場）の測定のうち、44件（85%）が実験作業を局所排気装置外で実施している事例であった。この内11件（21%）については、廃液タンク容器口が開放または漏斗が挿したままの状態にあるという問題点も併せて認められた。対象物質がホルムアルデヒドの場合では、解剖学実習室や準備室、病理部の作業室など特殊な作業形態による事例が殆どであった。また、その他、局所排気装置の整備不良などによる性能の低下が3件（6%）、

表5 第2・第3管理区分になった事例におけるその原因（測定件数ベース）

測定対象物質	測定数	単独の原因				複数の原因	
		局所排気装置外の作業	廃液タンク等や薬品瓶などの開放	局所排気装置風量不足	その他	局所排気装置外の作業+廃液タンクや薬品瓶などの開放	局所排気装置風量不足+廃液タンクや薬品瓶などの開放
エチルエーテル	1	1	0	0	0	0	0
エチレンオキシド	1	1	0	0	0	0	0
キシレン	5	3	0	0	0	2	0
クロロホルム	6	4	0	0	0	2	0
ジクロルメタン	1	0	0	0	1 ¹⁾	0	0
ノルマルヘキサン	4	3	0	0	0	1	0
ホルムアルデヒド(E=0.25)	11	6	0	0	1 ²⁾	4	0
ホルムアルデヒド(E=0.1)	23	15	2	2	1 ³⁾	2	1
合計	52	33	2	2	3	11	1

1) ドラフト内での塗料噴霧作業において噴霧の方向を誤ったため

2) 隣接する作業場からのホルムアルデヒド拡散

3) バックグラウンド(作業をしない状態)の室内濃度0.05ppm

(うち1件は廃液タンク容器口の開放もあり)、廃液タンク容器口の開放のみが原因と考えられた事例は2件(4%) (管理濃度0.1ppmとなった以降のホルムアルデヒドの測定)認められた。

[5] 第2・第3管理区分と評価された作業場で実施された改善策

表6に第2・第3管理区分になった31作業場について、実施された改善策を集計した。多くの事例は、局所排気装置外での作業に起因していると思われ、これらの作業場において、全体換気装置(多くは換気扇)のみで局所排気装置がなかったり、作業に適した局所排気装置ではなかった場合は新たに適切な局所排気装置を設置したり、既存の局所排気装置内に作業場を移すことで改善可能な場合は作業場を移動するなどの対策がとられた。その他、廃液容器口の放置や漏斗を挿したままの状態を改め閉栓を徹底するなどして、作業場内に存在する発生源を可能な限り除去する対応が有効な改善に繋がった事例もあった。その一方で、解剖学実習室では、実習台ごとの局所排気の設営など大規模な施設・設備改修が必要とされ、その後、実施された。

[6] 作業環境測定対象物質の取扱時間

大学の実験室での作業は多種多様な化学物質の取扱があるが、短時間で間欠的な作業が多い。第2・第3管理区分と評価された作業場で実施された作業時間が作業環境測定の結果に影響を及ぼしている可能性を検討するために、表7に平成17年度から平成20年度までに第2・第3管理区分になった事例(延べ52件)の作業時間を測定対象物質ごとに集計した。シリカゲルク

ロマトグラフィーの際に、少なくとも一時間以上継続して使用するノルマルヘキサンや、解剖学実習や病理組織の処理・作成で使用されるホルムアルデヒドの取扱作業時間で数十分から60分未満が8件、60分以上が14件あったが、半数以上の取扱作業(29件:56%)は、10分以内に終了していた。作業時間が長いことのみが第2・第3管理区分を決定づける要因では無いことが示唆された。

4. 考 察

平成17年度から平成20年度までの間に本学で実施した化学物質の作業環境測定結果に基づく大学研究室の作業環境評価の問題点を第2・第3管理区分と評価された実験室の分析を中心に検討した。本学における作業環境測定結果において、第2・第3管理区分になる実験室は例年1~2%程度と、ごく僅かであるが、これら第2・第3管理区分の評価がどのような原因に起因するのか、改善対策効果は有効であったかを検討することは、教育研究機関における作業環境管理の有益な情報になるとと思われる。

国立大学79校、私立大学11校を対象とした市川の調査¹⁰⁾では、平成17年度の時点で国立大学法人の87.5%、私立大学の63.8%で既に作業環境測定が開始されていた。平成16年度後期に作業環境測定を開始した本学では、測定開始直後は学内教職員の安衛法や有機則・特化則に関する認識や理解が浅かったことにより、本来は作業環境測定が必要となる実験室の一部は測定が行われなかった。しかし、その後の教育・啓発による研究者の安衛法や安全・衛生に関する意識の向上、産業医や衛生管理者の職場巡視による指摘・指導、専任教

表6 第2・第3管理区分になった作業場の改善状況

測定対象物質	作業場数	局所排気装置新設またはメンテナンス	局所排気装置新設またはメンテナンス+廃液タンクまたは薬品瓶等密閉	局所排気装置内作業に移行+廃液タンクまたは薬品瓶等を密閉	廃液タンクまたは薬品瓶等密閉	使用取りやめまたは代替物質への切り替え	全体換気強化	全体換気強化+廃液タンクまたは薬品瓶等密閉	その他	改善途中
エチルエーテル	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
エチレンオキシド	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
キシレン	3	1	1	0	0	1	0	0	0	0
クロロホルム	3	0	0	2	0	0	0	0	0	1
ジクロルメタン	1	0	0	0	0	0	0	0	1 ¹⁾	0
ノルマルヘキサン	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0
ノルマルヘキサン+クロロホルム	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
ホルムアルデヒド(E=0.25) ¹⁾	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
ホルムアルデヒド(E=0.1)	14	4	1	1	1	1	4	1	0	1
ホルムアルデヒド(E=0.1)+キシレン	1	0	0	0	0	0	0	0	1 ²⁾	0
ホルムアルデヒド(E=0.1)+クロロホルム	1	0	0	0	0	0	0	0	1 ³⁾	0
合計	31	7	5	6	1	2	4	1	3	2

1) 作業標準の徹底(ドラフトの吸引方向に塗料を噴霧する)

2) ホルムアルデヒド作業に対しドラフトを設置+廃液タンクまたは薬品瓶等密閉し、キシレンは代替品に切り替え

3) ホルムアルデヒド作業に対しドラフトを設置+廃液タンクまたは薬品瓶等密閉し、クロロホルムは使用中止

表7 第2・第3管理区分になった事例における取扱時間

測定対象物質	測定件数	10分以下	10分を超え60分未満	60分以上	不明
エチルエーテル	1	1	0	0	0
エチレンオキシド	1	1	0	0	0
キシレン	5	4	1	0	0
クロロホルム	6	4	1	0	1
ジクロルメタン	1	1	0	0	0
ノルマルヘキサン	4	1	1	2	0
ホルムアルデヒド(E=0.25)	11	5	2	4	0
ホルムアルデヒド(E=0.1)	23	12	3	8	0
合計	52	29	8	14	1

員である作業環境測定士による測定時の情報収集・測定結果に基づいた指導やその後の経過フォローなど、様々な要因が奏効し、現在までに学内殆どの研究室で必要とされる化学物質の作業環境測定が実施されるようになってきた。法人化を機に進められた局所排気装置の増設など大規模な施設整備や教職員の安全衛生に関する意識は改革されてきており、大学の環境衛生は改善されてきている。実際、我々が実施したこれまでの作業環境測定に基づく評価でも、その殆ど(4179件の98.8%)が第1管理区分の良好な環境と評価された。

だが、一方では、学生の出入りがあり、新しい実験方法や物質の創造が絶えず繰り返される大学の研究室で、良好な作業環境を維持していくのに困難を伴うことは明らかである。本学では、近年、全学的に化学物質の登録・管理システムを整備し運用を開始した。このシステムの導入によって、化学薬品の購入・保管・使用状況は管理者が一括して把握出来ることとなり、将来的には、作業環境測定対象実験室の選択に利用を考えている。また、これとは別に、学内研究室等における化学物質の使用状況調査を学内規定で義務づけるなど

して、使用者への管理に関する再認識を促すと共に、正確な保有・使用状況の把握に努めている。更に、研究者向けに、使用している化学物質の使用頻度や使用時の濃度を選択することで作業環境測定が必要か否かを判断できるワークシートを配布し、利用を促している。これら対策を各事業場で厳粛に展開していくことが、大学で適正な作業環境測定を実施し、良好な環境を継続していくことになるものと思われる。

平成17年度から平成20年度の4年間に第2・第3管理区分となった52件の測定のうち有機溶剤では、クロロホルムが測定対象だった6例は、いずれも局所排気装置外で作業が行われており、このうち2例は更に薬品瓶の蓋や廃液瓶の蓋が開放状態という要因も加わっていた。これらの殆どが作業時間10分以下の短時間作業であり、A測定第1評価値のみが管理濃度以上である事例が4例、B測定値のみが管理濃度以上である事例が2例であった。クロロホルムの様に揮発性の高い有機溶剤では、取扱いが短時間であっても、瞬間的な高濃度作業空間が、作業場内で部分的に存在する事が示されたと思われる。しかし、これらの問題は、実験作業場を局所排気装置内に移動したこと、発生源の密閉を徹底することで改善しており、その後、法改正によりクロロホルムの管理濃度が下げられた後の作業環境測定においても良好な作業環境を維持している。同じく揮発性の高いキシレン5例、ノルマルヘキサン4例についても同様の傾向が認められたが、ノルマルヘキサンの2例は作業時間が60分以上に及ぶ局所排気装置外での作業も含まれており、作業時間も測定結果に影響した一因と考えられた。

特定化学物資では、4年間に第2・第3管理区分と評価された35件のうち34件がホルムアルデヒドを取り扱う作業場（医・歯学系研究科の解剖実習室、準備室、病理関連の作業室など）であった。これらの作業場では、作業時間も長く、発生源が複数存在する事例が多いことから、A測定における第1評価値及び第2評価値が管理濃度以上となる事例が殆どであり、作業場全体或いは広範囲の環境が改善を要する状況にあったと考えられる。

平成20年3月の法改正により特定化学物質2類に指定され、管理濃度がそれまでの0.25ppmから0.1ppmに改正されたホルムアルデヒドに関して、武藤¹⁾らが法改正後の大学の現状と対応状況、課題について報告している。この報告によると、平成20年度に全国10大学（本学含む）で調査したホルムアルデヒド取り扱い作業場のうち75%が第3管理区分で、残り25%が第2管理区分であった。1年後の同じ作業場の追跡調査においても、一部改善は行われたものの、ほとんどの大学が

第2・第3管理区分のままであり、平成21年度時点では、若干の改善策は講じられたものの大学のホルムアルデヒドを取り扱う作業場の環境は良好とは言えず、さらなる改善が必要と思われた。本学においても、解剖学実習室や準備室はその後、解剖学実習室では、解剖実習台毎の局所排気装置の設置を行い、実習室全体の換気も強化するという大規模な施設改修対策を実施することとなった。その他、作業時間の短い、病理部で行われていた作業は、局所排気装置外での作業を局所排気装置内での作業に変更する、局所排気装置の新設や全体換気を強化する、発生源となり得るホルマリンや廃液の入った容器類の閉蓋を徹底するなどの改善により良好な作業環境へと移行した。

易揮発性のベンゼンや常温でガス状となり、取扱いに特に注意が必要な弗化水素については、過去の学内での事故の経験もあつてか、危険性・有害性に関する作業者の認識は非常によく浸透しており、局所排気装置内での使用が徹底されているため、これまでの作業環境測定で問題となる事例は無かった。

以上の様に、本学において作業環境測定結果が第2・第3管理区分と評価された作業場では、解剖学実習室の特殊なケースを除いては、取扱う化学物質の如何に関わらず、局所排気装置外での作業という、作業場所の問題や、局所排気装置の未設置、整備不良による性能低下、薬品瓶や廃液タンクの蓋の開放、の様な実験室内環境衛生環境の不備が原因で作業環境評価を悪化させているというものが殆どであった。

本学では、専属の教員が継続して作業環境測定を担当しているため、単に測定を行うだけではなく、測定結果に問題があればその場で原因を実験者と共に検索し、改善対策を指導し、改善後の経過フォローも行うことが可能となっている。また、学内で産業医や衛生管理者と適宜情報交換できることにより、問題点への安全衛生委員会を介した迅速な包括的管理・指導が可能となっており、本学独自の作業環境測定体制が学内環境衛生環境改善とその維持に果たした貢献度は高いと考えている。

安衛法に基づいたこれまでの作業環境測定手法により、大学の実験室で要改善と評価された作業場の分析を行い、抽出された大学における環境衛生上の問題点について整理した。大学では、法を遵守する安全衛生管理から自主的な管理が展開されるべき転換期に達していると思われるが、今回の検討では、大学実験室の作業環境の良悪は、実際に実験を行い、作業場を管理する教員や学生の作業管理に関する意識の高さに依存する部分が大きいと考えられたことから、大学では、教員や学生を対象に環境安全衛生に関する教育を継続

的に実施し、研究室ごとの自主的なリスクアセスメントに基づいた環境衛生管理を展開できる様に啓発して行くことが重要であると思われた。

引用文献

- (1) 本間直人, 河合直樹, 長岡秀一 他: 某国立大学法人における実験室内の作業環境管理状況について: 作業環境 特集号: 56, 61-65, 2008.
- (2) 高田志郎, 岡本浩, 池田正之 他: A国立大学法人における作業環境管理状況について: 日本労働衛生工学会・作業環境測定研究発表会抄録集, 45th-26th, 98-99, 2005.
- (3) 吉田正博, 林田りか, 高辻俊宏 他: 使用実績に基づく作業環境中放射能濃度計算結果から作業環境測定の合理化を考える: 日本放射線安全管理学会誌: 7(1), 61-66, 2008.
- (4) 荻野博幸, 中村修, 名古屋俊士 他: 座談会 大学におけるこれからの作業環境管理と日測協の役割: 作業環境: 31, 4-22, 2010.
- (5) 中村修, 進藤拓: 実験室における化学物質の曝露と作業環境測定: 安全工学シンポジウム2010講演予稿集, 186-187, 2010.
- (6) 中村修: 大学および研究機関における作業環境測定及び曝露量測定・評価手法に関する研究(中間報告): 第26回大学等環境安全協議会 技術分科会 要旨集, 7, 2010.
- (7) 上村信行, 石垣治彦, 西嶋渉 他: 大学における作業環境測定の課題整理と考察: 総合保健科学: 25, 35-41, 2009.
- (8) 進藤拓, 中村修, 鈴木美喜子 他: 東北大学における作業環境測定について(試行から2年を経て): 大学等環境安全協議会技術分科会抄録集: 22nd, 13, 2006.
- (9) 中村修, 進藤拓, 鈴木美喜子 他: 東北大学における自前作業環境測定の現状と課題: 大学等環境安全協議会会報, 26, 133-135, 2009.
- (10) 市川貴之: 大学における学生を含めた労働安全衛生体制の調査研究について: 技術職員による技術報告集: 15, 43-50, 2005.
- (11) 武藤一, 榊原洋子, 進藤拓 他: 国立大学法人におけるホルムアルデヒドの作業環境管理について: 環境と安全: 1(1), 43-49, 2010.

Present problems in Environmental Health at University based on the assessments of working environment measurements of chemical materials at Tohoku University

Osamu

Osamu Nakamura¹, Toshiya Irokawa², Taku Shindoh¹
Hiromasa Ogawa², Hajime Kurosawa², Shuichi Oi^{1,2}

Abstract

We evaluated the data of working environment measurements of chemical materials, which is estimated at class 2 or 3 management division, in Tohoku University from 2005 to 2008, and examined present problems in environmental safety and health at University.

According to these data, a few work places in our university needed the improvement for suitable work place. There are several environmental health and safety problems in there, which were mainly caused by work management. Then they have taken the necessary corrective measures to be suitable circumstances.

We concluded that the work places circumstances in university are dependent upon the work management level by labors, researchers and students, so it is important for them to educate environmental health and safety, and develop their ability and mind to assess and manage the risk of their own work in their work place.

Key words : working environment measurements, work management, education of environmental health and safety, University

1. Environment Conservation Research Institute Tohoku University
2. Promotion Center for Environment and Safety Tohoku University