



Title	地下水汚染の調査事例と汚染調査に関する考察
Author(s)	丸谷, 薫
Description	第2回衛生工学シンポジウム (平成6年11月10日 (木) -11日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 7 測定・評価 . P7-5
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 2, 280-283
Issue Date	1994-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7628
Type	departmental bulletin paper
File Information	2-7-5_p280-283.pdf



7-5

地下水汚染の調査事例と汚染調査に関する考察

丸谷 薫（北海道立地下資源調査所）

1. はじめに

ゴルフ場からの農薬流出が社会問題として大きく注目を浴びるようになり、散布された農薬の水系における影響を把握するために、ゴルフ場調整池およびゴルフ場周辺の地下水への影響調査を実施している。対象農薬は、使用量の多い雪腐病防除の殺菌剤と、水に溶けやすい除草剤である。これらの調査のうち、地下水に関する調査結果の一部は、すでに昨年報告しており、ゴルフ場周辺で調査を実施したところ、対象農薬は検出されなかった（恵庭地区）¹⁾。そこで、より散布場所の近くにおける影響を調べるため、ゴルフ場内に浅井戸を所有しているゴルフ場の調査を追加した（早来地区）。最初にこれらの調査結果とその考察を既報²⁾から整理し、最新の調査結果³⁾を追加して報告した。

さて、今回の一連のゴルフ場農薬による地下水影響調査では、これまでのところゴルフ場内の浅井戸においても、対象農薬は検出されていない。一方、文献調査を行ってみると、これまでの野外における地下水汚染に関する調査研究では、概況調査を除くと、発生事例の報告、およびその対策事例が多く、汚染が発生していない事例は報告されることが少ない。そこで今後の調査、およびその報告を行う上で、この点についてどう考えるべきか、一度検討しておく必要があると考え、若干の考察を行った。今回、本シンポジウムにおいて、多くの方からご意見をいただければ幸いである。

なお、農薬名の表示および水溶解度は、富澤ほか⁴⁾に従った。

2. ゴルフ場農薬による地下水への影響調査

2.1 調査の概要

調査は昨年報告した恵庭地区に加え、早来地区においても実施した。なお、本調査は共同研究の一貫として実施しており、農薬の分析は共同研究機関の1つである道立衛生研究所が行なった。

(1) 恵庭地区

本調査地は、恵庭市西方に位置する漁川沿いの火砕流台地および扇状地で、上流部の火砕流台地上に2カ所のゴルフ場（Bゴルフ場、Hゴルフ場）が位置する。本地区に分布する地質の詳細は、前報¹⁾に詳しいので省略する。

地下水調査は、ゴルフ場周辺に位置する既存の井戸から採水し、持ち帰り分析した。採水対象層は、採水深度100m以深の中・下部洪積層と採水深度10m程度の扇状地の沖積層に大別される。調査対象の農薬は、水に溶けやすく浸透性の高い除草剤Mecoprop（水溶解度620mg/l）とDicamba（水溶解度4500mg/l）、および大量に使用される殺菌剤Oxine-Copper（水に不溶）とTolclofos-methyl（水溶解度0.3~0.4mg/l）とした。各農薬の検出限界は0.5μg/lであり、Tolclofos-methylはGC-PPDにより、他の3つの農薬はHPLCにより分析した。調査は、前報¹⁾の1992年に引き続き、1993年の5、6、9、11月²⁾と1994年の5、6、8月³⁾に実施した。

(2) 早来地区

本調査地は火砕流台地に位置し、山口・小原⁵⁾によると、分布する地質は、下位から中・下部洪積層、支笏火山噴出物、恵庭火山および樽前火山噴出物である。

中・下部洪積層は、恵庭地区と同様であるが、支笏火山噴出物は、恵庭地区に分布する岩層

表-1 農薬使用量
(対象農薬のみ、製剤として)

		恵庭地区		
		Bゴルフ場	Hゴルフ場	Cゴルフ場
開場年月		1990.9	1990.5	1991.6
Oxine-Copper	90年	174 kg	40 kg	884.8 kg
	91年	155.4 kg	40 kg	529.3 kg
	92年	90 kg	40 kg	448.8 kg
	93年	115 kg	40 kg	775.0 kg
Tolclofos-methyl	90年	46 kg	0 kg	3 kg
	91年	56 kg	164 kg	140.6 kg
	92年	175 kg	172 kg	270.0 kg
	93年	174 kg	131 kg	217.0 kg
Mecoprop	91年	21 l	2 l	1.2 l
	92年	10 l	8.2 l	7.5 l
	93年	25 l	0 l	6.9 l
Dicamba	91年	0 l	0.5 l	2.4 l
	92年	0 l	2.6 l	3.75 l
	93年	0 l	0.25 l	3.45 l

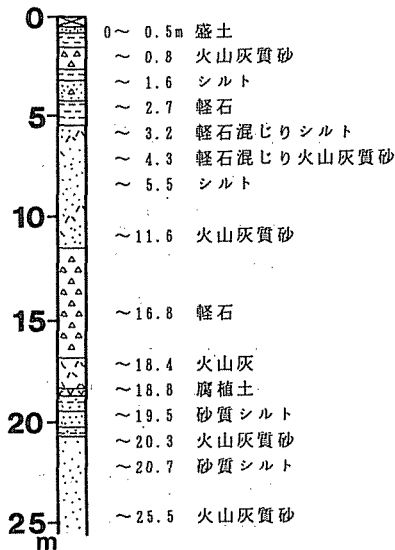


図-1 地質柱状図

のうち、溶結凝灰岩が消えて流下軽石層に移化している。恵庭火山および樽前火山噴出物は、現地調査によると、腐植土壌、軽石からなり、非常に水はけがよい。また、ゴルフ場造成時の地質調査資料によると、代表的な地質柱状図は図-1に示すようであり、現場透水性試験の結果は、地表から深度10~11mの地層で $k=1.463 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ であった。

本調査地では、火砕流台地上に造成されたCゴルフ場において、場内の浅井戸（深度7.3、7.7、9.7、10m、いずれも孔底から採水）から採水し、持ち帰り分析した。調査対象の農薬およびその分析法は、恵庭地区と同様で、調査は、1993年の5、6、9、11月²⁾と1994年の5、6、8月³⁾に実施した。

2.2 調査の結果および考察

分析の結果、両地区ともにいずれの調査時期においても、どの農薬も検出されなかった。また、聞き取り調査による、恵庭地区の2つのゴルフ場と早来地区のゴルフ場の農薬使用量を表-1に示した。したがってここに示す農薬使用量の場合、火砕流台地のように透水性が高い場所でも、調査対象の農薬による地下水汚染が3~4年程度の短期間の現象として現れていないことが明かとなった。

本調査地では地下水から農薬が検出されなかったので、前報¹⁾では調査結果と比較検討するために文献調査を行い、その概要を整理した。さらに水溶解度と農薬検出との関係を調べたところ、地下水から検出された農薬は水溶解度の高い種類に偏らず、水溶解度の低い種類も含まれることが明かとなった。水溶解度の高い農薬は、水溶液として地下へ浸透してゆくが、水溶解度の低い農薬は、水に溶解することなく輸送される機構を検討する必要がある。この点について、農耕地等における農薬による地下水汚染調査^{6) 7)}では、Preferential Flow（選択流）による農薬移動経路が指摘されていることから、本調査地で地下水から農薬が検出されなかった理由の可能性を以下のように整理した²⁾。

- 1) Preferential Flow（選択流）が存在せず、水に溶けにくい殺菌剤は地下深部へ移動しない。
- 2) 水に溶けやすい除草剤は、散布強度が小さいために検出されない。
- 3) 農薬が比較的安定な状態で土壌中に存在し、地下水表面へ到達していないために地下水中から検出されていない。

4) 農薬が地下水へ向かって移動するのに時間がかかり、到達するまでに分解されてしまう。

3. 汚染調査に関する考察

これまでの野外における地下水汚染に関する調査研究は、発生事例の報告、およびその対策事例が多い。その背景には、地下水汚染が発生しても代替水源に切り替えることで解決される場合が多く、この問題が必ずしも深刻に考えられていない面があろう。関連する総説記事を見ても、発生事例ばかりが整理されている^{8) 9)}。また、行政が行っている調査では、地域の全体的な地下水質の状況を把握するための概況調査と、汚染物質が検出された井戸の汚染を継続的に監視する定期モニタリング調査が報告されている¹⁰⁾。近年の汚染事例では、当該地域の水理地質について詳細な検討がなされ、報告されているが、概況調査では十分に報告されているとは言えないようである。

このような状況の中で前述の調査を行い、汚染物質が検出されなかったことで、以下の点について考察した。調査を行い汚染物質が検出されない場合、検出されないことで安心してよいのだろうか。さらに検出されない場合において、安心してよい場合とよくない場合があるとすれば、両者の違いをどう考えるべきであろうか。農薬による地下水汚染の場合、農薬は量の大小を考慮しても、基本的に環境中に放出して使用することを前提としている。このような場合、検出されたときは汚染機構の詳細な検討が当然なされるが、環境中に放出されている以上、検出されないときにも汚染されない機構の詳細な検討がなされるべきと考えなければならぬであろう。すなわち、放出された汚染物質がなぜ検出されないのかを十分把握した上で、はじめて安心してよいことができるのではないだろうか。また、近年発ガン性物質や変異原性物質が注目を集めている中、農薬には発ガン性のある物質が多く含まれている。そこで、環境中に放出して利用することを前提としているか否かに注目すると共に、発ガン性の有無にも注目して汚染物質を分類することにより、今後の地下水汚染調査のあり方を探ることにした。

少々分類の仕方が粗いかもかもしれないが、表-2のように分類してみた。環境中への放出を前提とする物質は環境中での移動経路が不明確なことが多く、汚染源は一般に面源であり、原因者の特定がしにくく、責任の所在も不明確なことが多い。これに対し、環境中への放出を前提としない物質は環境中での移動経路が明確なことが多く、汚染源は一般に点源であり、原因者の特定がしやすく、責任の所在がはっきりしている。したがって後者の場合、事故が発生すれば対策がなされ、汚染事例の研究対象にされやすい。しかし、前者の場合には環境中への放出を前提としているのであるから、汚染事例を研究対象にするだけでなく、汚染されていない事

表-2 汚染物質の分類

使用する時の前提	発ガン性の有無	
	発ガン性物質	非発ガン性物質
環境中への放出を前提とする	農薬	肥料 自然起源の物質
環境中への放出を前提としない	有機塩素系化合物	重金属

それぞれ分類した物質は、「その多くがそこに分類される」ことを意味し、すべての物質がそこに分類されることを意味しない

例も研究対象として、比較研究（汚染が発生した地域と発生しない地域が生じる理由はどこにあるのか）を進めていく必要があると考えられる。

一方、発ガン性の有無による分類では、毒性の評価法を十分考慮して問題解決にあたる必要がある。評価の方法には、一定量以下の摂取や暴露では影響がないと考えるしきい値のあるモデルと、含有量がゼロでなければわずかであっても影響があるとするしきい値のないモデルの2つがある。ゴルフ場使用農薬の暫定的な原水目標値は、金澤¹¹⁾によると、WHOの方法に準じており、これまでの慣行によって排水目標値を原水目標値の10倍に設定している。しかし、本文中ではどちらのモデルを用いているのか明示していない。一方、水道水質の場合では中西¹²⁾によると、従来、非発ガン性物質はしきい値のあるモデルで評価し、発ガン性物質はしきい値のないモデルで評価してきた（ただし1993年12月に実施された基準の改訂では、発ガン性物質の一部にしきい値のあるモデルを用いている）と推測される。したがって、発ガン性物質の中には、ごく低濃度であっても監視・管理してゆかなければならない物質が多々含まれており（将来的には新しい物質が増えてゆくことが予想される）、同じ物質による汚染が発生する地域と発生しない地域が生じる理由がどこにあるのか、比較研究を進めていく必要があると考えられる。また、これらの物質の場合、検出限界以下の濃度レベルをどう評価（モデル化）するかという問題が残るが、今回は取り上げないことにした。

引用文献

- 1)丸谷薫:ゴルフ場による水系への影響について, 北海道大学衛生工学シンポジウム論文集, p369-373, 1993.
- 2)丸谷薫・広田知保・遠藤祐司・石丸聡:ゴルフ場農薬による地下水汚染調査—北海道の火砕流台地の例—, 地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会第3回講演集, p61-65, 1994.
- 3)北海道:ゴルフ場の環境保全対策技術に関する研究開発平成6年度共同研究(重点)報告書(準備中).
- 4)富澤長次郎・上路雅子・腰岡政二:1989年版最新農薬データブック, 396P, 1989.
- 5)山口久之助・小原常弘:支笏周辺地下水汚染調査報告, 39P, 1974.
- 6)Steenhuis, T., S., W. Staubitz, M. S. Andreini, J. Surface, T. L. Richard, R. Paulsen, N. B. Pickering, J. R. Hagerman, and L. D. Geohring: Preferential Movement of Pesticides and Tracers in Agricultural Soils, vol. 116, p50-66, 1990.
- 7)Matthiessen, P., C. Allchin, R. J. Williams, S. C. Bird, D. Brooke, P. J. Glendinning: The Translocation of Some Herbicides between Soil and Water in a Small Catchment, vol. 6, p496-514, 1992.
- 8)矢部禎昭:地下水汚染事故対策入門, 水, 第25巻, 第2号, p86-120, 1983.
- 9)田瀬則雄:日本における地下水汚染の事例と発生の背景, 地下水学会誌, 第30巻, 第2号, p103-108, 1988.
- 10)森田弘昭:わが国の地下水汚染の実態と対策, 用水と廃水, 第36巻, 第5号, p422-425, 1994.
- 11)金澤純:農薬の環境科学, p179-185, 1992.
- 12)中西準子:水の環境戦略, p91-105, 1994.