

硝酸性窒素等地域総合対策

ガイドライン

— 技術・資料編 —

令和3年3月

環境省 水・大気環境局

土壤環境課 地下水・地盤環境室

このガイドラインは、地方公共団体等が硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素（以下、「硝酸性窒素等」という）による地下水汚染の対策に地域で取り組むための手順や方法を示したものです。

技術・資料編では、計画策定編を構成する各項目について、参考となる技術情報等を記載しています。

目次

1. 硝酸性窒素等による健康影響等	1
1-1 人の健康影響	1
1-2 家畜の硝酸性窒素被害	3
2. 硝酸性窒素等による地下水汚染の現状	5
2-1 硝酸性窒素等の環境基準の設定	5
(1) 環境基準の設定	5
(2) 硝酸性窒素等の環境基準値の設定	5
2-2 平成 30 年度までの硝酸性窒素等による地下水汚染の状況	6
(1) 地下水の常時監視調査結果の概要	6
2-3 硝酸性窒素等による地下水汚染原因	8
(1) 汚染原因の把握状況	8
(2) 汚染原因	9
2-4 硝酸性窒素等による地下水汚染対策の実施状況	10
(1) 地下水の浄化等の対策の実施状況	10
(2) 硝酸性窒素等による地下水汚染対策に係る連絡組織等の設置状況	12
(3) 硝酸性窒素等による地下水汚染対策推進計画等の策定状況	13
3. 先進地域、モデル地域での事例紹介	18
3-1 先進地域での事例紹介	18
(1) 茨城県の事例	20
(2) 熊本県の事例	27
(3) 熊本市の事例	37
(4) 長野県の事例	49
(5) 岐阜県各務原市の事例	61
(6) 山形県の事例	65
3-2 モデル地域での取組の現状	70
(1) 各モデル地域における対応の段階	70
(2) モデル地域の特徴	71
(3) 取組支援に関する各モデル地域の課題及び対応策	75
4. 硝酸性窒素等による地下水汚染の実態把握の手法	76
4-1 硝酸性窒素等による地下水汚染の実態把握の手法	76
(1) 資料等調査	77
(2) 現況把握調査	77
(3) 原因究明調査及び効果把握調査	78
5. 硝酸性窒素等による地下水汚染の原因と対策効果の調査手法	79
5-1 原因究明と対策効果の把握に関する調査の概要	79

5-2 地下水調査手法	80
(1) キーダイアグラムによる方法	80
(2) ヘキサダイアグラムによる方法	84
(3) 窒素安定同位体比による方法	86
(4) その他の手法（濃度相関マトリックスによる方法）	93
5-3 地下水の窒素負荷発生状況調査（窒素原単位法）	94
(1) 施肥	95
(2) 家畜排せつ物	95
(3) 生活排水.....	97
(4) 商工業排水.....	97
(5) 硝酸性窒素等の地下水への流入	98
5-4 数値シミュレーション手法	101
(1) 移流分散モデル	101
(2) リスク評価モデル	102
6. 硝酸性窒素等による地下水汚染に係る対策	108
6-1 硝酸性窒素等による地下水汚染対策に係るこれまでの取組.....	108
(1) 硝酸性窒素等による地下水汚染に係る主な地下水質保全施策.....	108
6-2 硝酸性窒素等による地下水汚染に係る主な供給源の種類.....	111
(1) 農業系.....	111
(2) 畜産系.....	111
(3) 生活系.....	112
(4) 産業系.....	112
6-3 硝酸性窒素等による地下水汚染に係る主な供給源対策	114
(1) 農業系における対策.....	116
(2) 畜産系における対策（家畜排せつ物対策）	122
(3) 生活排水対策	141
6-4 窒素負荷削減対策の実施状況	143
6-5 過剰施肥対策に関する参考情報.....	144
7. 自然界における窒素の循環と地下水汚染	155
7-1 土壌環境中における窒素の動態.....	155
(1) 硝化過程.....	156
(2) 脱窒過程.....	156
(3) （アンモニア）揮散.....	156
(4) 無機化.....	157
(5) 有機化.....	157
(6) 窒素固定.....	157
(7) 植物吸収.....	157

(8) 溶脱	157
(9) 蓄積	157
7-2 窒素循環における硝酸性窒素の生成因子	158
(1) 植生	158
(2) 微生物.....	158
(3) 土壌中の有機物	158
(4) 土壌中の水分含量と硝酸性窒素	159
8. 我が国における窒素資源循環について	161
8-1 我が国の窒素の収支	161
8-2 地域における適正な窒素資源循環.....	165
(1) 硝酸性窒素等による地下水汚染対策の基本的考え方	165
9. 海外の窒素循環政策と研究の動向.....	167
9-1 海外の硝酸性窒素等施策に関する情報	167
(1) EU の取組	167
(2) イギリスにおける硝酸対策	178
9-2 窒素循環変化が起こす環境問題の認識の変化.....	184
9-3 国際的な窒素循環研究の状況	185
(1) 窒素循環に関する研究者の連合組織.....	185
(2) 窒素循環アセスメント	185

索引

表 西曆和曆一覽表

西曆	和曆	西曆	和曆	西曆	和曆
1940年	昭和15年	1970年	昭和45年	2000年	平成12年
1941年	昭和16年	1971年	昭和46年	2001年	平成13年
1942年	昭和17年	1972年	昭和47年	2002年	平成14年
1943年	昭和18年	1973年	昭和48年	2003年	平成15年
1944年	昭和19年	1974年	昭和49年	2004年	平成16年
1945年	昭和20年	1975年	昭和50年	2005年	平成17年
1946年	昭和21年	1976年	昭和51年	2006年	平成18年
1947年	昭和22年	1977年	昭和52年	2007年	平成19年
1948年	昭和23年	1978年	昭和53年	2008年	平成20年
1949年	昭和24年	1979年	昭和54年	2009年	平成21年
1950年	昭和25年	1980年	昭和55年	2010年	平成22年
1951年	昭和26年	1981年	昭和56年	2011年	平成23年
1952年	昭和27年	1982年	昭和57年	2012年	平成24年
1953年	昭和28年	1983年	昭和58年	2013年	平成25年
1954年	昭和29年	1984年	昭和59年	2014年	平成26年
1955年	昭和30年	1985年	昭和60年	2015年	平成27年
1956年	昭和31年	1986年	昭和61年	2016年	平成28年
1957年	昭和32年	1987年	昭和62年	2017年	平成29年
1958年	昭和33年	1988年	昭和63年	2018年	平成30年
1959年	昭和34年	1989年	昭和64年 平成元年	2019年	平成31年 令和元年
1960年	昭和35年	1990年	平成2年	2020年	令和2年
1961年	昭和36年	1991年	平成3年		
1962年	昭和37年	1992年	平成4年		
1963年	昭和38年	1993年	平成5年		
1964年	昭和39年	1994年	平成6年		
1965年	昭和40年	1995年	平成7年		
1966年	昭和41年	1996年	平成8年		
1967年	昭和42年	1997年	平成9年		
1968年	昭和43年	1998年	平成10年		
1969年	昭和44年	1999年	平成11年		

1. 硝酸性窒素等による健康影響等

1-1 人の健康影響

わが国では、公共用水域の水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準及び地下水の水質汚濁に係る環境基準（以下、「環境基準」という）として、1999年に硝酸性窒素等の合計の環境基準値を10 mg/Lとすることが定められた。

地下水中の硝酸性窒素濃度が問題となり、硝酸性窒素等の環境基準が制定された背景には、欧米で1940～1950年代に多発した、高濃度の硝酸性窒素を含む井戸水を飲んだ乳幼児のメトヘモグロビン血症（酸素欠乏症）による死亡事故がある。

飲料水中の硝酸性窒素に起因した乳幼児のメトヘモグロビン血症は、1945年に初めて報告され、その後、北米とヨーロッパで約2,000の事例が報告され、そのうち7～8%が死亡したとされている。

1950年のAmerican Public Health Associationが全米48州及びアラスカ、ハワイで実施した、乳幼児のメトヘモグロビン血症に関するアンケート調査によれば、飲料水中の硝酸性窒素濃度が10 mg/L以上で278以上の発症例が報告され、そのうち死亡例が39例あったとされている。10 mg/L以下での発症例は0であった。1972年の米国のNSA（National Academy of Science）のCommittee on Nitrate Accumulationによると、井戸水や食品に起因したメトヘモグロビン血症は、米国で約350例、ヨーロッパで約1000例、うち80例が死亡例と報告している。

わが国では1996年、筑波大学付属病院の小児科グループによって井戸水の硝酸塩に起因するメトヘモグロビン血症の発症事例⁽¹⁾が報告されている。

以下にその概要を紹介する。

- 患者は新生男児で、出産直後には皮膚が青紫色になるチアノーゼ症状はなく、哺乳力も良好で日齢5日目に産院を退院した。
- 自宅で煮沸した井戸水に溶かした粉ミルクを飲ませていたが、日齢10日目から哺乳力が低下し、呼吸に際して気道がざいざいと雑音を発する喘鳴が生じたため、日齢21日目に医者診察を受けた後、入院となった。
- 入院時には全身に顕著なチアノーゼ、異常呼吸（陥没呼吸）が認められ、正常値に比べ血中のメトヘモグロビン値が異常に高かった。
- 病院での治療によりメトヘモグロビン濃度は急速に改善されたが、一時退院時に自宅で粉ミルク調整に使用していた井戸水で粉ミルクを飲ませたところ、数日後にメトヘモグロビンが上昇した。この井戸水を検査したところ、亜硝酸性窒素は検出されず、硝酸性窒素が36.2 mg/Lであった。
- 井戸水の使用を避けて治療を行ったところ徐々に改善し、生後6ヶ月目にはメトヘモグロビン値は正常値となった。

⁽¹⁾ 田中 淳子, 堀米 仁志, 今井 博則, 森山 伸子, 齋藤 久子, 田島 静子, 中村 了正, 滝田 齊. 井戸水が原因で高度のメトヘモグロビン血症を呈した1新生児例. 小児科臨床, 1996, Vol.49, No.7, p1661-1665.

1. 硝酸性窒素等による健康影響等

- 今回の発症例は先天的なものではなく井戸水の硝酸に起因する後天性メトヘモグロビン血症である。同じ井戸水を使用していた患者の家族の中で発症したのは乳児だけであつたので、乳児は特に発症しやすいと思われる。
- 患者の家とその周辺の家の井戸水の硝酸性窒素濃度は 0.1~45.9 mg/L (平均 18.0 mg/L) で、20 戸中 13 戸の井戸水が水道法の基準である 10 mg/L を超えていた。
- 水道水を使用していて乳児がメトヘモグロビン血症になった事例はないが、硝酸濃度の高い井戸水ではこの例のような危険が存在する。チアノーゼが発症するのは、メトヘモグロビンが 10~30%に上昇してからであるため、そこに至らない軽度のメトヘモグロビン血症が見逃されている可能性がある。

硝酸性窒素は、それ自体は急性毒性をほとんど持たないが、乳幼児の胃の中で微生物により亜硝酸性窒素に還元された後体内に吸収され、血液中のヘモグロビンと結合し、酸素欠乏症を引き起こすといわれている。

亜硝酸性窒素の人への健康影響としては、メトヘモグロビン血症以外に、嘔吐、チアノーゼ、虚脱昏睡、血圧低下、脈拍増加、頭痛、視力障害等が見られる。また、亜硝酸塩は胃の内容物と反応して N-ニトロソ化合物を生成する。この N-ニトロソ化合物は動物に対して発ガン性を有することから、ヒトに対しても発ガン性を有する可能性があるが、十分な疫学的証拠は未だ得られていない。

飲用水中の亜硝酸性窒素については、平成 25 年 3 月の第 14 回厚生科学審議会生活環境水道部会において亜硝酸性窒素の評価値及び分類見直しに関して審議がなされ、平成 26 年 4 月 1 日に、亜硝酸性窒素に係る評価値の暫定値扱いを取りやめ、0.04 mg/L (窒素として) が新たな評価値として設定された。

水中に存在する無機窒素化合物として、硝酸性窒素の前駆態であるアンモニア性窒素があるが、アンモニア性窒素は昭和 53 年の水質基準に関する省令 (厚生省令第 56 号) にて削除された。これは、窒素化合物について健康影響に対する安全性が問題とされるのは亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素であつて、アンモニア性窒素自体は問題がないこと等の理由によるものである。好気的な水環境中ではアンモニア性窒素は酸化され (硝化という) て硝酸性窒素になる。また、深層井戸水の場合、還元的雰囲気汚染とは関係のないアンモニア性窒素が生成される。アンモニア性窒素の飲料水として水質基準は、浄水処理に影響を与える「その他の項目」として 0.3 mg/L 程度以下が望ましいとされている。

なお、水質中のアンモニア性窒素濃度が高くなると、硝化反応により水質汚濁防止法の排水基準項目である BOD (生物化学的酸素要求量) が高い値を示す。また、水道利用時、消毒用の塩素と反応してクロラミンが生成し、カルキ臭の原因となる。

1-2 家畜の硝酸性窒素被害

今雪ら（2010）⁽²⁾は、牛の硝酸塩中毒は多量の硝酸塩を含む飼料作物や牧草の摂取により発生し、急性では、呼吸困難、粘膜蒼白となり死亡することがあるとしている。また近年、硝酸性窒素濃度の比較的高い飼料の長期摂取による流産、受胎不良といった慢性中毒の危険性も指摘されている。一方、一部の畜産経営においては、家畜糞尿の余剰が深刻な問題になっており、飼料畑への家畜糞尿過剰施肥による硝酸性窒素濃度の高い自給飼料の生産が指摘されている⁽²⁾。

我が国では、人での中毒の報告はほとんどないものの、反すう家畜で、飼料作物中の硝酸性窒素により昭和 40 年から昭和 47 年の間に 98 件、458 頭（うち 128 頭が死亡）に中毒が発生した事例が報告されている。近年では、平成 19 年に、硝酸性窒素を含む輸入乾牧草を原因とする牛の中毒事例（8 頭死亡）が報告されている⁽³⁾。

また、日本における家畜の硝酸塩中毒事例は表 1.1 に示すとおりである。

表 1.1 日本における家畜の硝酸塩中毒事例

年	場所	概要
1990年	埼玉県	成牛 3 頭が急死。牧草の硝酸塩濃度は6,800 ppm、牧草地に生フンを施肥。
1991年	長野県	和牛 1 頭死亡。青刈牧草から5,000 ppm。
1992年	栃木県	成牛 4 頭急死。青刈牧草から4,500 ppm。
1993年	三重県	豚が急死。微生物を利用した糞尿処理システムでの処理水を房内に散布したところ豚が急死。処理水の硝酸塩濃度は200～500 ppm。処理水を飲水させた再現試験でも急死。
1994年	沖縄県	アカシカ牧場で65頭が、食欲不振・嘔吐・起立困難・全身麻痺で急死。豚の生糞尿を散布した採草地や牧草地からの牧草を給餌していた。牧草及び尿から高濃度の硝酸塩検出。
2005年	埼玉県	和牛 2 頭急死。牧草から8,600 ppm。圃場への過剰な生糞尿還元が原因と推定。
2005年	宮崎県	黒毛和牛 11 頭中 2 頭死亡、1 頭が回復せず廃用。飼料から 10,000 ppmの硝酸塩検出。

国際交流の会とよなか（TIFA）. 調査研究報告書 硝酸態窒素の問題点と解決方法. 2012 年 4 月.

(<http://tifa-toyonaka.org/reports/201>)より作成

⁽²⁾ 今雪 幹也, 坂下 奈津美, 三好 里美, 光野 貴文. 自給飼料中硝酸態窒素濃度の状況と乳用牛における繁殖への影響. 香川県平成 22 年度家畜保健衛生業績発表会資料.

(<https://www.pref.kagawa.lg.jp/documents/12622/22-3.pdf>)

⁽³⁾ 農林水産省. 食品安全に関するリスクプロファイルシート（硝酸性窒素）. 2015.

(http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/priority/pdf/151202_nitrate.pdf)

1. 硝酸性窒素等による健康影響等

牛は反すう動物の仲間では胃袋が4つあり、第1胃には微生物が多数生息しており、硝酸塩が含まれる牧草を食べると、微生物によって硝酸塩が亜硝酸イオンへ変化し、さらにアンモニアに分解される。これらの反応はゆっくりと起こるため、通常は中毒にはならないが、高濃度の硝酸塩を含むと、胃から多量の亜硝酸イオンが吸収されて血液に入り、メトヘモグロビン血症となり、症状がひどい場合は酸素不足となり窒息死する。胃を4つ持つ反すう動物（例えば家畜では牛、ヤギ、羊）では硝酸塩による中毒を起こしやすいとされている。

なお、成人のヒトの場合は胃の中の pH が低いため、微生物がほとんど存在せず、微生物による還元は少ない。

家畜の硝酸塩中毒に関しては、（国研）農業・食品産業技術総合研究機構 動物衛生研究所の HP (http://www.naro.affrc.go.jp/org/niah/disease_poisoning/NO3.html) で、詳細な情報が提供されている。

家畜の硝酸塩中毒事例は、いずれも地下水を飲用したものではなく、主として家畜排せつ物の不適切な牧草地への散布等による牧草への高濃度の硝酸塩の蓄積が原因であるが、家畜は大量に水を摂取するため、硝酸性窒素濃度が高い地下水を家畜の飲用水源とする場合は注意が必要と思われる。

2. 硝酸性窒素等による地下水汚染の現状

2-1 硝酸性窒素等の環境基準の設定

(1) 環境基準の設定

地下水は、そのままあるいは簡易な処理の元に飲用に用いられることが多く、地域によっては水道水源等の生活用水源としても用いられる重要な資源である。一方で、地表水と異なり、一般的に地下水は流動が緩やかであるため汚染物質の希釈が期待できず、微量でも有害物質に一旦汚染されるとその影響は長期間継続し、回復が非常に困難である。さらに、地下水中の汚染物質の挙動は複雑でその正確な把握は困難であり、地下水汚染が発見されても供給源の特定は困難な場合が多い。

昭和 57 年度及び昭和 58 年度に環境省が実施した地下水汚染実態調査では全国で広範な地下水の汚染が確認され、国民の健康を保護し生活環境を保全する上で、地下水汚染の未然防止を図り、良好な水質を維持することは重要かつ緊急の課題とされた。このような状況から、平成元年に水質汚濁防止法が改正され、有害物質を含む汚水等の地下浸透規制、地下水の水質の監視測定、事故時の措置等に関する規定が整備された。

平成 9 年 3 月には、地下水質の総合的な保全を図るため、環境基本法第 16 条の規定に基づく水質汚濁に係る環境上の条件のうち、地下水の水質汚濁に係る環境基準が設定された。

なお、環境基準設定当初の対象項目は、公共用水域水質環境基準の健康項目と同じカドミウム、鉛、トリクロロエチレン等の 23 項目であり、硝酸性窒素等は含まれていなかったが、科学的な知見に基づいて必要な追加・削除等の見直しが行われ、現在は硝酸性窒素等を含む 28 項目について対象項目ごとの環境基準値が設定されている。

(2) 硝酸性窒素等の環境基準値の設定

国及び地方公共団体等による硝酸性窒素等の監視は、平成 5 年 3 月に要監視項目の指針値（10 mg/L 以下）が設定されたことが契機となっている。

要監視項目とは、「人の健康の保護における物質ではあるが、公共用水域及び地下水（以下、「公共用水域等」という。）における検出状況等からみて、直ちに環境基準健康項目とせず、引き続き知見の集積に努めるべきもの」であり、継続して公共用水域等の水質測定を行い、その検出状況の推移を把握し、環境基準健康項目への移行等を検討することとされている。

硝酸性窒素等は、平成 6 年度～平成 8 年度に実施した公共用水域等の調査において、比較的広くかつ高いレベルで検出されたことを踏まえ、平成 11 年 2 月に要監視項目から環境基準健康項目に移行された（基準値は 10 mg/L）。

2. 硝酸性窒素等による地下水汚染の現状

2-2 令和元年度までの硝酸性窒素等による地下水汚染の状況 (>計画策定編 1 章 1-1(1)の詳細情報)

(1) 地下水の常時監視調査結果の概要

地下水の水質については、水質汚濁防止法第 15 条第 1 項及び第 2 項に基づき、都道府県知事が水質の汚濁の状況を常時監視し、その結果を環境大臣に報告することとされている。

平成元年度以降、都道府県知事が毎年度作成する水質測定計画に従って、国及び地方公共団体によって地下水質の測定が実施されており、ここでは概況調査及び継続監視調査の推移を整理した。

なお、硝酸性窒素等については、環境基準に追加された平成 11 年度より常時監視が行われている。

1) 概況調査における環境基準超過率の推移

概況調査は、地域の全体的な地下水質の状況を把握するために実施する調査であり、地域の実情に応じて年次計画を立てて計画的に実施されるものである。

平成元年度から令和元年度までに実施された概況調査における環境基準超過率の推移(図 2.1)を見ると、環境基準が設定されている 28 項目のうち、硝酸性窒素等は環境基準に追加された平成 11 年度以降、概況調査における環境基準超過率が最も高い値で推移している。

なお、概況調査には、定点方式とローリング方式の 2 つの調査方式があり、ローリング方式で監視する井戸は調査年度により異なることに留意が必要である。

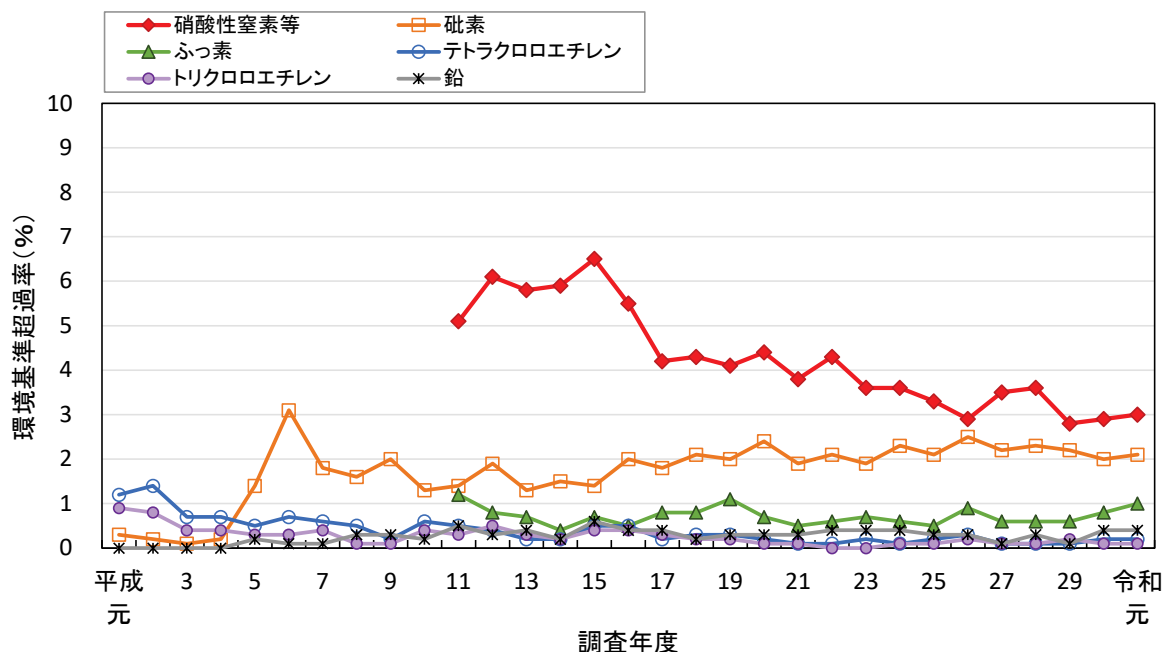


図 2.1 概況調査における環境基準超過率の推移

環境省 HP、地下水質測定結果。(<https://www.env.go.jp/water/chikasui/>) より作成

2) 継続監視調査における環境基準超過井戸本数の推移

継続監視調査は、概況調査等で汚染が確認された地域の地下水質を継続的に監視することを目的に実施される調査である。汚染が改善された井戸については、調査の対象から除かれるため、継続監視調査の環境基準超過井戸本数の推移から、現在の地下水汚染の状況を確認することができる。

平成元年度から令和元年度までに実施された継続監視調査における環境基準超過井戸本数の推移(図 2.2)を見ると、硝酸性窒素等の環境基準超過井戸本数は測定を開始した平成11年度から徐々に増え、環境基準が設定されている28項目のうち最も多い状況が続いている。

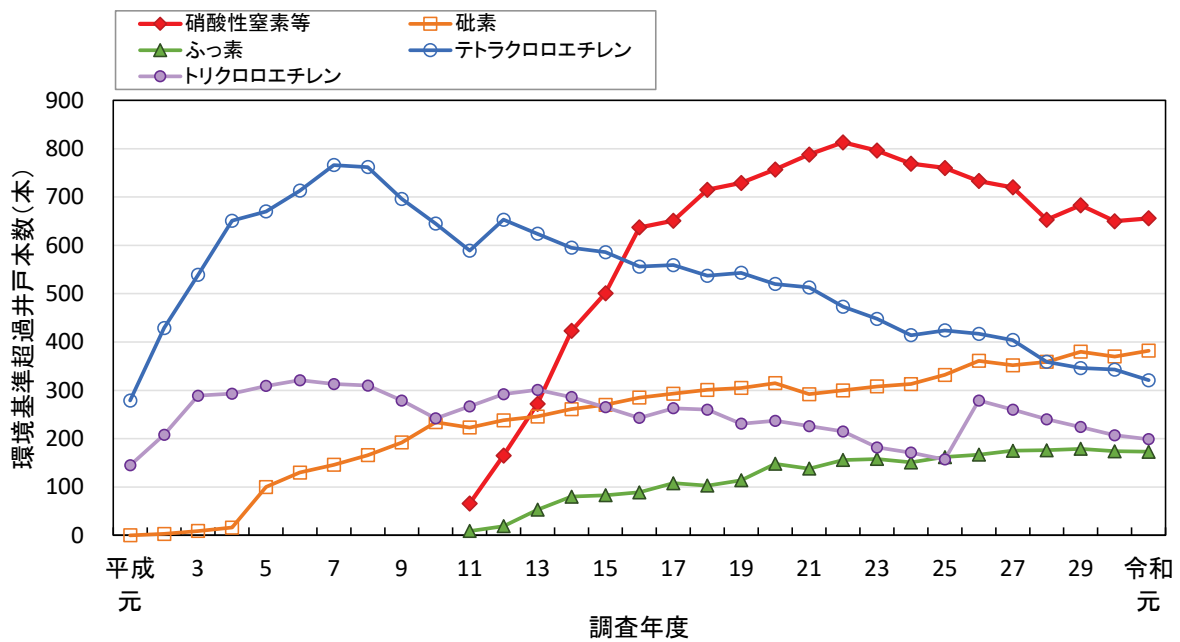


図 2.2 継続監視調査における環境基準超過井戸本数の推移

環境省 HP. 地下水質測定結果. (<https://www.env.go.jp/water/chikasui/>) より作成

2. 硝酸性窒素等による地下水汚染の現状

2-3 硝酸性窒素等による地下水汚染原因

環境省は、毎年度、都道府県及び水質汚濁防止法政令市（以下、「都道府県等」という）を対象として、全国の地下水汚染事例に関する調査実施状況、汚染原因把握状況、対策の実施状況等の実態を把握するために「地下水汚染に関するアンケート調査」を実施している。

本調査結果は、令和元年度末までに都道府県等が把握している、環境基準を超える値が検出されたことのある地下水汚染事例の全てを対象として調査し、その結果を取りまとめたものである。

(1) 汚染原因の把握状況

地下水汚染が判明した場合は、都道府県等によって、供給源の特定等の調査が行われている。硝酸性窒素等による地下水汚染事例全 3,239 件について、汚染原因の把握状況を表 2.1 に示す。

硝酸性窒素等による地下水汚染事例で、原因が「特定または推定」されているのは、1,879 事例（58%）であった。

汚染原因が「不明」の場合については、汚染原因把握調査の実施状況についても整理した。硝酸性窒素等による地下水汚染事例については、汚染原因が不明であるにも関わらず、「調査実施予定なし」の事例の割合が、他と比較して高かった。この理由として、「付近に原因を特定できるものがない。」、「汚染の原因と考えられるものが多数ある。」等が回答されている。

このように、硝酸性窒素等による地下水汚染事例については、原因究明の困難性が多数挙げられている。

表 2.1 硝酸性窒素等による地下水汚染原因の把握状況

汚染原因の把握状況		件数
特定または推定		1,879
不明	小計	1,360
	調査中	72
	調査実施予定	55
	調査完了したが不明	590
	調査実施予定なし	643
母数		3,239

環境省水・大気環境局。令和元年度地下水質測定結果。令和 3 年 2 月。
(https://www.env.go.jp/water/report/r02-03/post_2.html) より作成

(2) 汚染原因

前述において汚染原因が特定または推定された事例 1,879 件について、汚染原因を表 2.2 に示す。

各項目分類別の主な汚染原因は、以下のとおりであった。硝酸性窒素等による地下水汚染原因の約 9 割は「過剰な施肥」であり、次いで「生活排水の地下浸透」と「家畜排せつ物の不適正処理」がそれぞれ約 4 割と多かった。

- 「過剰な施肥」 (1,749 件、母数の 93%)
- 「生活排水の地下浸透」 (757 件、 同 40%)
- 「家畜排せつ物の不適正処理」 (739 件、 同 39%)

表 2.2 汚染原因

汚染原因（複数回答有）	件数
工場・事業場	1
廃棄物	3
家畜排せつ物の不適正処理	739
過剰な施肥	1,749
生活排水の地下浸透	757
自然的要因	35
その他	5
母数	1,879

注：複数の汚染原因による事例があるため、各件数の和と母数は必ずしも一致しない。

環境省水・大気環境局. 令和元年度地下水質測定結果. 令和 3 年 2 月.

(https://www.env.go.jp/water/report/r02-03/post_2.html) より作成

2. 硝酸性窒素等による地下水汚染の現状

2-4 硝酸性窒素等による地下水汚染対策の実施状況

(1) 地下水の浄化等の対策の実施状況

1) 地下水の浄化等の対策について

汚染された地下水については、現在あるいは将来の用途を考慮し、浄化等の対策を推進することとされている。これまでに水濁法第 14 条の 3 に基づく浄化措置命令が発動されたことはないが、都道府県等の指導によって、あるいは事業者の自主的な取組によって地下水浄化等の対策を実施する例が見られる。また、汚染原因者が不明である場合には地方公共団体等によって地下水浄化等の対策を実施する例も見られる。

2) 地下水の浄化等の対策の実施状況

令和元年度までに地下水浄化等の対策が実施されている全ての事例について、表 2.3 及び図 2.3 のとおり集計した。

集計結果によると、揮発性有機化合物（以下、「VOC」という）は様々な浄化対策による事例が報告されているものの、硝酸性窒素等については浄化事例がほとんど報告されていない。

VOC は、特に塩素系の物質の汚染について、生物分解を用いたバイオレメディエーション等の浄化技術が確立されているが、硝酸性窒素等による地下水汚染は、嫌気性条件下で活動する硝化菌による窒素消費でしか浄化することができず、また、その汚染の広域性から地下水の汲み上げによる浄化についても現実的ではないため、浄化等の対策が極めて困難であるといえる。

表 2.3 地下水浄化対策の内容

地下水浄化等の対策 (複数回答あり)	件数				
	合計	VOC	重金属等	硝酸・亜硝酸	複合汚染
地下水揚水処理	894 (577)	709 (443)	109 (77)	2 (2)	74 (55)
バイオレメディエーション	130 (81)	117 (72)	2 (2)	0 (0)	11 (7)
原位置処理 (上記以外)	155 (68)	124 (50)	14 (9)	0 (0)	17 (9)
土壌ガス吸引処理	263 (188)	247 (179)	1 (1)	0 (0)	15 (8)
汚染土壌の処理	553 (288)	371 (176)	127 (73)	0 (0)	55 (39)
その他	176 (133)	125 (96)	33 (24)	6 (4)	12 (9)
母数	1,301 (789)	988 (577)	207 (136)	8 (6)	98 (70)

注1：括弧内の数値は、令和元年度末時点の超過事例及び一時達成事例の合計数。(内数)

注2：複数回答があるため、各件数の和と母数は必ずしも一致しない。

注3：調査回答中の「継続監視の実施」や「硝酸・亜硝酸事例の窒素負荷低減対策」等は別で集計しているため、ここでは対象外とした。

環境省水・大気環境局。令和元年度地下水質測定結果。令和3年2月。(https://www.env.go.jp/water/report/r02-03/post_2.html) より作成

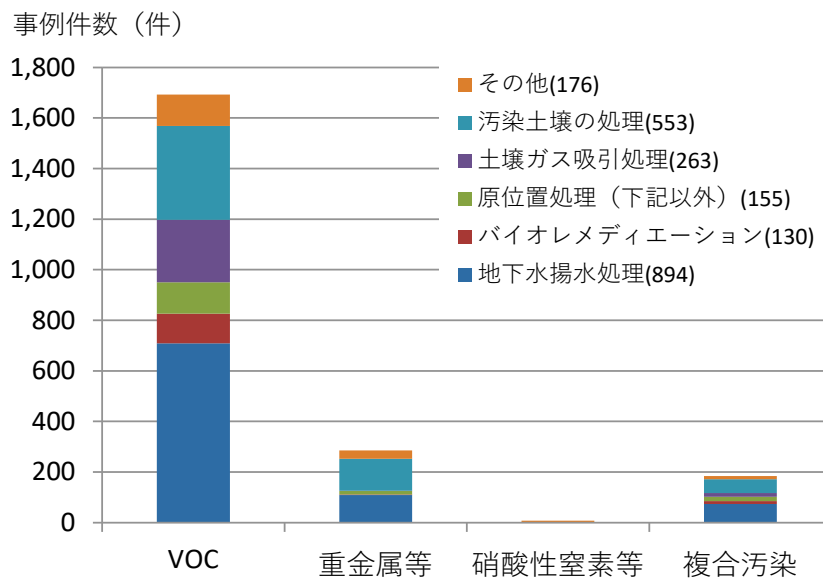


図 2.3 地下水浄化等の対策の内容

環境省水・大気環境局。令和元年度地下水質測定結果。令和3年2月。

(https://www.env.go.jp/water/report/r02-03/post_2.html) より作成

2. 硝酸性窒素等による地下水汚染の現状

(2) 硝酸性窒素等による地下水汚染対策に係る連絡組織等の設置状況

硝酸性窒素等の供給源（過剰施肥、家畜排せつ物の不適正処理、生活排水の地下浸透等）は面的かつ多岐にわたることから、硝酸性窒素等による地下水汚染対策を推進するためには、対策対象地域の関係者（環境部局、農業・畜産部局、生活排水対策部局、水道部局等行政機関に加え、農業協同組合、自治会、事業者団体、有識者等）で構成する連絡組織等を設置し、この連絡組織において、汚染範囲、汚染原因、対策対象地域等の共通認識を持ち、供給源ごとの窒素負荷削減の目標の設定、目標達成のための対策について検討することが重要である。

硝酸性窒素等による地下水汚染事例 3,239 件について、連絡組織等が設置されている事例の状況を表 2.4 に示す。

連絡組織等が設置された事例件数は 486 件で、事例全体の 15%であった。

表 2.4 硝酸性窒素等による地下水汚染対策に係る連絡組織等が設置されている事例の状況

連絡組織等の設置状況		件数		
		合計	汚染原因が 特定または推定	汚染原因が 不明
小計		486 (444)	415 (392)	71 (52)
連絡組織等 設置済み	都道府県や市町村等の広域単位 や複数地域の合同連絡組織	409 (390)	358 (344)	51 (46)
	汚染地域単位の連絡組織	89 (64)	67 (56)	22 (8)
	小計	63 (55)	51 (48)	12 (7)
連絡組織等 設置予定	都道府県や市町村等の広域単位 や複数地域の合同連絡組織	35 (35)	34 (34)	1 (1)
	汚染地域単位の連絡組織	28 (20)	17 (14)	11 (6)
	設置の予定なし・無回答	2,690 (2,117)	1,413 (1,180)	1,277 (937)
母数		3,239 (2,616)	1,879 (1,620)	1,360 (996)

注 1：括弧内の数値は、令和元年度末時点の超過事例及び一時達成事例の合計数。（内数）

注 2：複数回答があるため、各件数の和と小計は必ずしも一致しない。また汚染原因の把握状況で無回答の事例があるため、各件数の和と合計は必ずしも一致しない。

環境省水・大気環境局。令和元年度地下水質測定結果。令和 3 年 2 月。（https://www.env.go.jp/water/report/r02-03/post_2.html）より作成

(3) 硝酸性窒素等による地下水汚染対策推進計画等の策定状況

硝酸性窒素等による地下水汚染対策の推進のためには、都道府県等によって、窒素負荷削減目標及び対策、対策の進捗状況の確認手法等を明確にした硝酸性窒素等による地下水汚染対策推進計画等を策定し、それに基づいて対策を実施することが重要である。このような硝酸性窒素等による地下水汚染対策推進計画等が策定されている事例の状況を表 2.5 及び表 2.6 に示す。

硝酸性窒素等による地下水汚染対策推進計画等が策定された事例件数は125件で、硝酸性窒素等による地下水汚染事例全体の4%であった。

表 2.5 硝酸性窒素等による地下水汚染対策推進計画等が策定されている事例の状況

硝酸性窒素等による地下水汚染対策推進計画等の策定状況	件数 (各計画策定状況に該当する事例件数)		
	合計	汚染原因が特定または推定	汚染原因が不明
策定済み	125 (110)	110 (95)	15 (15)
策定予定	201 (178)	195 (172)	6 (6)
策定の予定なし・無回答	2,913 (2,328)	1,574 (1,353)	1,339 (975)
母数	3,239 (2,616)	1,879 (1,620)	1,360 (996)

注1：括弧内の数値は、令和元年度末時点の超過事例及び一時達成事例の合計数。(内数)

注2：汚染原因の把握状況で無回答の事例があるため、各件数の和と合計は必ずしも一致しない。

環境省水・大気環境局、令和元年度地下水質測定結果、令和3年2月、(https://www.env.go.jp/water/report/r02-03/post_2.html)より作成

表 2.6 硝酸性窒素等による地下水汚染対策推進計画の策定状況(令和2年7月時点)

都道府県等	計画名	策定時期 策定主体	計画対象地域	対策の概要
山形県	硝酸性窒素削減対策計画	平成17年3月 硝酸性窒素対策連絡調整会議	山形県東根市、天童市の一部	<ul style="list-style-type: none"> ■ 計画期間：H17年度～H36年度 ■ 第一次計画期間：H17年度～H27年度 ■ 目標：観測井戸水質の環境基準達成 ■ 対策 <ul style="list-style-type: none"> ・ 施肥対策 適正施肥の実施、エコファーマーの活用、調査研究の推進 ・ 生活排水対策 生活排水処理施設の整備の推進 ・ 家畜排せつ物対策 家畜排せつ物の適正処理の推進、資源循環型畜産の推進 ・ 住民等への啓発

2. 硝酸性窒素等による地下水汚染の現状

都道府県等	計画名	策定時期 策定主体	計画対象地域	対策の概要
愛媛県	愛媛県環境保全型農業推進基本方針	平成 28 年 4 月 (改正) 愛媛県	愛媛県内	<ul style="list-style-type: none"> ■ 計画期間：H12 年度～H32 年度 ■ 目標 <ul style="list-style-type: none"> ・化学肥料窒素成分使用量 6.5(kg/10a) ・化学合成農薬使用量 6.5(kg/10a) ・エコファーマー認定件数 830(件) ・エコえひめ農産物取組面積 940(ha) ・有機農業取組面積 450(ha) ■ 対策 <ul style="list-style-type: none"> ・土づくりの強化や化学肥料・農薬の削減技術の開発・普及 ・地域資源を活用したリサイクルの促進 ・消費者と連携した有機農業や減農薬・減化学肥料栽培の拡大 ・環境基準に基づく水質改善等地域課題の改善 ・農業用廃プラスチック等農業生産資材の適正処理の推進 ・二酸化炭素の削減等省資源・省エネルギー化の促進
長崎県	島原半島における硝酸性窒素等による地下水汚染対策の基本方針	平成 18 年 1 月 島原半島窒素 負荷低減対策 会議	島原半島（島 原市、雲仙 市、南島原 市）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 計画期間（第 2 期）：H28 年度～H32 年度 ■ 目標 <ul style="list-style-type: none"> ・短期目標（H28 年度から毎年度） 環境基準超過地点数が H27 年度実績を超えないこと ・中期目標（H32 年度） 環境基準超過率 50%以下になること ・長期目標（H37 年度） 環境基準超過地点数が中期目標から更に減ること ・最終目標 全地点で環境基準達成 ■ 対策 <ul style="list-style-type: none"> ・農業対策（施肥対策、畜産対策） 適正な肥培管理の推進、窒素負荷低減に係る施肥技術の確立、家畜排せつ物の適正管理の推進、良質堆肥の生産と広域流通の推進、その他関連する技術開発 ・生活排水・事業場等排水対策 処理率の向上、住民参加の推進
	第 2 期島原半島窒素負荷低減計画（改訂版）	平成 28 年 3 月 (改訂) 島原半島窒素 負荷低減対策 会議	島原半島（島 原市、雲仙 市、南島原 市）	
熊本県	荒尾地域硝酸性窒素削減計画	平成 15 年 3 月 熊本県	熊本県荒尾市	<ul style="list-style-type: none"> ■ 計画期間：H15 年度～H34 年度 ■ 初期段階：H15 年度～H22 年度 ■ 目標 <ul style="list-style-type: none"> ・初期目標 指標井戸における達成水質値（10 mg/L 以下）超過井戸が 10%以下になること 指標井戸における管理水質値（5 mg/L 以下）超過率が 20%以下になること

2. 硝酸性窒素等による地下水汚染の現状

都道府県等	計画名	策定時期 策定主体	計画対象地域	対策の概要
				<p>5 mg/L 以下の指標井戸は現状濃度を維持または低下すること</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最終目標 <ul style="list-style-type: none"> 全ての指標井戸で達成水質値と管理水質値を達成すること 5 mg/L 以下の指標井戸は現状濃度を維持または現状より低下すること ■対策 <ul style="list-style-type: none"> ・施肥対策 <ul style="list-style-type: none"> 土づくりの推進、適正施肥の推進、化学肥料の使用量低減、エコファーマー認証・有作くん取組促進 ・家畜排せつ物対策 <ul style="list-style-type: none"> 家畜排せつ物処理の適正化、家畜排せつ物処理施設整備等の推進、家畜ふん尿の有効利用の促進、畜産経営者の意識の高揚 ・生活排水対策 <ul style="list-style-type: none"> 下水道整備、し尿処理 ・窒素流通対策 ・啓発対策
	熊本地域硝酸性窒素削減計画	平成 17 年 3 月 熊本県	熊本地域（熊本市、菊池市（旧旭志村及び旧泗水町に属する地域に限る）、宇土市、合志市、大津町、菊陽町、西原村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町）	<ul style="list-style-type: none"> ■計画期間：H17 年度～H36 年度 ■中間年度：H26 年度 ■目標 <ul style="list-style-type: none"> ・初期目標 <ul style="list-style-type: none"> 指標井戸における達成水質値（10 mg/L 以下）超過井戸が 5%以下になること 指標井戸における管理水質値（5 mg/L 以下）超過率が 10%以下になること 5 mg/L 以下の指標井戸は現状濃度を維持または現状より低下すること ・最終目標 <ul style="list-style-type: none"> 全ての指標井戸で達成水質値と管理水質値を達成すること 5 mg/L 以下の指標井戸は現状濃度を維持または現状より低下すること ■対策 <ul style="list-style-type: none"> ・施肥対策 <ul style="list-style-type: none"> 土づくりの推進、適正施肥の推進、エコファーマー認証・有作くん等取組促進 ・家畜排せつ物対策 <ul style="list-style-type: none"> 家畜排せつ物処理の適正化、家畜排せつ物処理施設整備等の推進、家畜ふん尿の有効利用の促進、畜産経営者の意識の高揚 ・生活排水対策 ・窒素流通対策 ・啓発対策

2. 硝酸性窒素等による地下水汚染の現状

都道府県等	計画名	策定時期 策定主体	計画対象地域	対策の概要
熊本市	第3次熊本市硝酸性窒素削減計画	平成27年3月 熊本市	熊本市	<ul style="list-style-type: none"> ■ 計画期間：H19年度～H36年度 <ul style="list-style-type: none"> ・第1次：H19年度～H21年度 ・第2次：H22年度～H26年度 ・第3次：H27年度～H31年度 ・第4次：H32年度～H36年度 ■ 目標 <ul style="list-style-type: none"> 全ての井戸で目標水質を達成するとともに、将来においても地下水を質の良い状態に維持すること ■ 指標と目標値(H31)抜粋 <ul style="list-style-type: none"> ・化学肥料の投入量：7,480 t以下 ・土壌分析実施数：2,080件 ・堆きゅう肥生産割合（乳用牛）：35% ・堆きゅう肥流通割合（乳用牛）：30% ・自給飼料作物の作付面積：685 ha ・汚水処理率：99.2% ・地下水人工涵養量：3,000万 m³ ・地下水採取量削減量：250万 m³ ・市民の家庭用水等使用量：218 L/人・日 ■ 対策 <ul style="list-style-type: none"> ・施肥対策 <ul style="list-style-type: none"> 土づくり及び適正施肥の推進、環境保全型農業の推進 ・家畜排せつ物対策 <ul style="list-style-type: none"> 家畜排せつ物の処理の適正化、良質堆肥の流通の拡大、自給飼料の生産の拡大、 ・生活排水対策 <ul style="list-style-type: none"> 生活排水処理施設の計画的な整備、下水道接続の推進、浄化槽の適正な維持管理等の推進 ・水量保全対策 ・飲用水対策 ・調査・研究 ・広域連携
宮崎県及び鹿児島県	都城盆地硝酸性窒素削減対策実行計画（最終ステップ）	平成28年7月 都城盆地硝酸性窒素削減対策協議会	宮崎県の1市2町（都城市、三股町、高原町）と鹿児島県曾於市の一部（旧財部町、旧末吉町）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 計画期間：H16年度～H32年度 <ul style="list-style-type: none"> ・第1ステップ：H16年度～H22年度 ・第2ステップ：H23年度～H27年度 ・第3ステップ：H28年度～H32年度 ■ 目標：都城盆地内の地下水の環境基準を達成 ■ H32年目標値 <ul style="list-style-type: none"> ・農家巡回数：300戸 ・汚水処理施設の年間水質分析目標：20件 ・畜産環境アドバイザー養成目標：10人/年 ・畜ふん発電の原料確保量：200,000 t ・土壌診断等件数：1,700件 ・簡易診断件数：400件 ・リアルタイム診断件数：200件 ・エコファーマー認定数：450人

2. 硝酸性窒素等による地下水汚染の現状

都道府県等	計画名	策定時期 策定主体	計画対象地域	対策の概要
				<ul style="list-style-type: none"> ・生活排水処理率：74.8% ■対策 ・家畜排せつ物対策 家畜排せつ物の適正処理の推進、資源循環型畜産の推進、大規模処理施設の安定運営の状況把握、畜産経営者に対する啓発 ・施肥対策 環境保全型農業の推進、農業経営者への啓発、GAP（農業生産工程管理）の推進 ・生活排水対策 生活排水処理施設の計画的な整備、単独処理浄化槽やくみ取りトイレから合併処理浄化槽への転換の促進、浄化槽の適正な維持管理の促進、集合処理施設へのつなぎ込みの促進、不適正浄化槽の改善の推進、住民に対する啓発、浄化槽情報ネットワークシステムの構築 ・調査・研究の推進と活用 ・住民啓発 ・硝酸性窒素等地域総合対策制度（環境省）の活用
宮古島市	第3次宮古島市地下水利用基本計画（改訂版）	平成26年9月改訂 宮古島市	宮古島市	<ul style="list-style-type: none"> ■計画期間：H23年度～H32年度 ■目標：水道水質基準、環境基準等に関わらず、常に改善を目指す ■対策 ・市全域における地下水水質及び地下水水位等のモニタリング調査 ・地下水流域界及び地下水流動状況把握等のための継続的な地質調査 ・「宮古島における健全な水循環の構築に向けた計画」に掲げられた施策の推進 ・家畜伝染病発生時における地下水保全対策

注：環境省に対して情報提供のあった硝酸性窒素等による地下水汚染対策推進計画等を取りまとめたもの。

環境省 HP. 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素による地下水汚染対策推進計画等（事例）. (http://www.env.go.jp/water/chikasui/no3_project/index.html) より作成