

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质保全施策	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 土壤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) 撥散	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) 土壤中の有機物	158
(4) 土壤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 窒素循環改変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 西暦和暦一覧表

西暦	和暦	西暦	和暦	西暦	和暦
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 例あつたとされている。10 mg/L 以下の発症例は 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ぜいぜいと雜音を発する喘鳴が生じたため、日齢 21 日目に医者の診察を受けた後、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, 斎藤 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ったので、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って、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、還元的雰囲気で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、牧草地に生粪を施肥。
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（例えは家畜では牛、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。

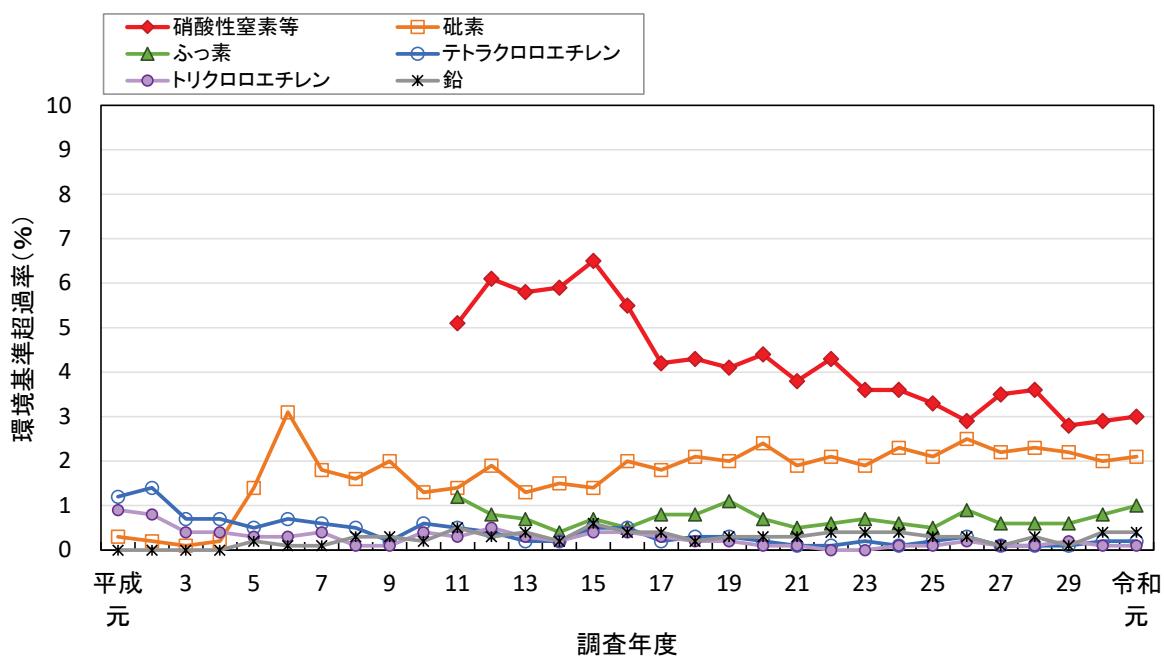


図 2.1 概況調査における環境基準超過率の推移

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。

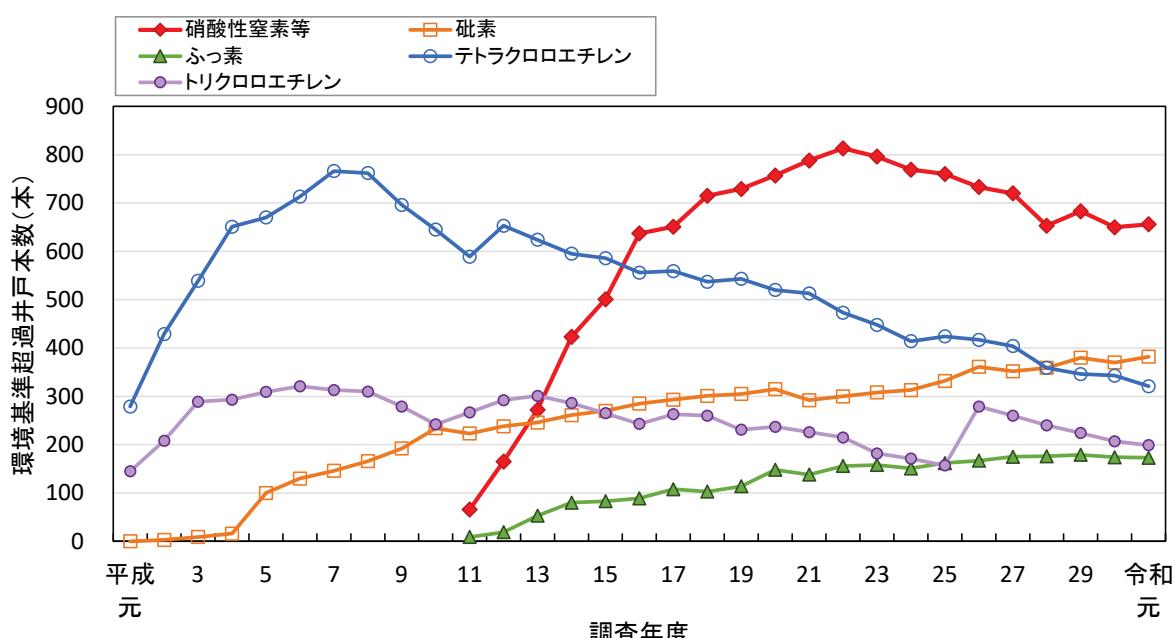


図 2.2 継続監視調査における環境基準超過井戸本数の推移

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いない。」、「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
小計		1,360
不明	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是、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)	合計	件数			
		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)
土壤ガス吸引処理	263 (188)	247 (179)	1 (1)	0 (0)	15 (8)
汚染土壤の処理	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

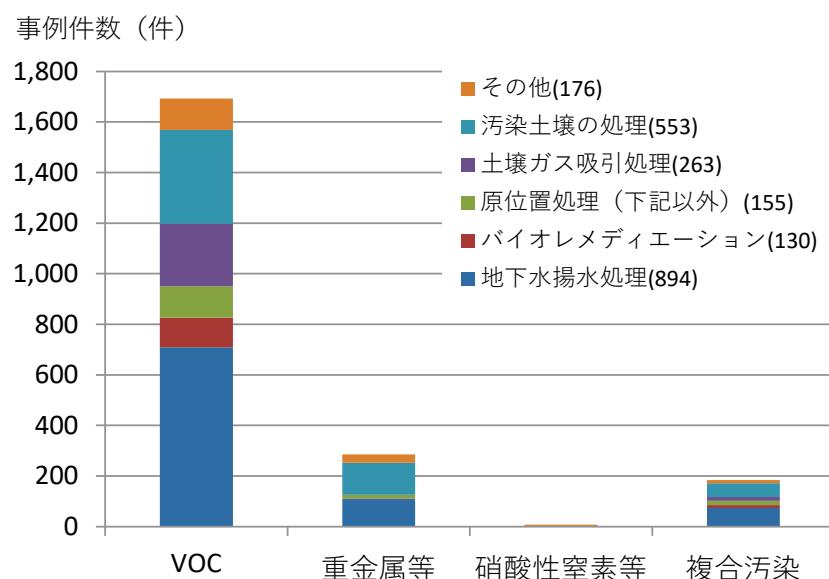


図 2.3 地下水浄化等の対策の内容

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	合計	件数	
		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)
	汚染地域単位の連絡組織	89 (64)	67 (56)
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)
	汚染地域単位の連絡組織	28 (20)	17 (14)
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	合計	件数 (各計画策定状況に該当する事例件数)	
		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	策定期間 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 <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 生活排水処理施設の整備の推進 ・家畜排せつ物対策 <ul style="list-style-type: none"> 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) ・ 工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） <ul style="list-style-type: none"> 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） <ul style="list-style-type: none"> 環境基準超過率 50% 以下になること ・ 長期目標（H37 年度） <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 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） <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 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）	<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 <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 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
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 <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 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 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 <p>■対策</p> <ul style="list-style-type: none"> 施肥対策 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 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 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）	<p>■計画期間：H17 年度～H36 年度</p> <p>■中間年度：H26 年度</p> <p>■目標</p> <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 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 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 <p>■対策</p> <ul style="list-style-type: none"> 施肥対策 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 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 <p>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</p> ■ 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 ・土壤分析実施数：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 <p>土づくり及び適正施肥の推進、環境保全型農業の推進</p> ・家畜排せつ物対策 <p>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、</p> ・生活排水対策 <p>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</p> ・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）と鹿児島県曽於市の一部（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：200,000t ・土壤診断等件数：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 <ul style="list-style-type: none"> ・家畜排せつ物対策 <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> ・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动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つ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

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

3-1 先進地域での事例紹介

硝酸性窒素等による地下水汚染への対策について、先進的な取組を行っている茨城県、熊本県、熊本市、長野県、岐阜県各務原市、山形県の事例を紹介する。各自治体の取組事例の概要及び参考文献は表 3.1 に示すとおりである。

表 3.1 先進的な取組事例の概要

地域	概要	参考文献
茨城県	畜産系、農業系による汚染が確認され、協議会等の設置、対策メニューの策定が行われた。地下水計算が実施され、効果検証が行われている。	<ul style="list-style-type: none"> ・環境省. 平成 17 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 茨城県土浦市新治地区（旧新治村）における硝酸性窒素対策検討調査 報告書. 平成 18 年 3 月. (https://www.env.go.jp/water/report/h18-03/index.html) ・環境省. 平成 19 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 茨城県土浦市新治地区（旧新治村）における硝酸性窒素対策検討調査 報告書. 平成 20 年 3 月.
熊本地域	畜産系、農業系、生活排水系による汚染が確認され、協議会等が設置された。計画の策定・見直し、地下水解析やモニタリングが実施されている。濃度の全体の平均としては横ばいまたは微減傾向である。	<ul style="list-style-type: none"> ・熊本県. 熊本地域硝酸性窒素削減計画. 平成 17 年 3 月. (https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/51/5571.html) ・熊本県及び熊本地域 14 市町村. 熊本地域地下水総合保全管理計画. 平成 20 年 9 月. (https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/49/5505.html) ・熊本県及び熊本地域 11 市町村. 熊本地域地下水総合保全管理計画に基づく第 3 期行動計画（平成 31 年度（2019 年度）～平成 36 年度（2024 年度）). 平成 31 年 3 月. (http://mizukuni.pref.kumamoto.jp/one_html3/pub/default.aspx?c_id=7) ・熊本県. 熊本地域硝酸性窒素削減対策会議設置要綱. 平成 30 年 1 月. ・熊本地域硝酸性窒素濃度シミュレーションの概要. (熊本県より提供)
熊本市	畜産系、農業系による汚染が確認され、協議会等が設置された。計画の策定・見直し、地下水解析やモニタリングが実施されている。地域により濃度の傾向は異なる。	<ul style="list-style-type: none"> ・熊本市. 第 1 次熊本市硝酸性窒素削減計画. 平成 19 年 8 月. (https://www.city.kumamoto.jp/common/UploadFileDsp.aspx?c_id=5&id=1546&sub_id=1&flid=7974) ・熊本県及び熊本地域 14 市町村. 熊本地域地下水総合保全管理計画. 平成 20 年 9 月. (https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/49/5505.html) ・熊本市. 第 3 次熊本市地下水保全プラン【R2（2020）年度～R6（2024）年度】. 令和 2 年 3 月. (https://www.city.kumamoto.jp/common/UploadFileDsp.aspx?c_id=5&id=27658&sub_id=1&flid=201535) ・熊本市. 第 3 次熊本市硝酸性窒素削減計画（概要版）. 平成 27 年 3 月. (https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=1546) ・熊本市. 第 3 次熊本市硝酸性窒素削減計画. 平成 27 年 3 月. (https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=1546)

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

長野県	<p>農業系による汚染が確認され、協議会等が設置された。対策メニューの整理や地下水解析が実施されている。また、モニタリング（案）が提案されており、一部の地点でモニタリングが実施されている。濃度は全体的に横ばいである。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・環境省. 平成 17 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 長野県豊丘村における硝酸性窒素対策検討調査 報告書. 平成 18 年 3 月. (http://www.env.go.jp/water/report/h18-04/index.html) ・環境省. 平成 19 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 長野県豊丘村における硝酸性窒素対策検討調査 報告書. 平成 20 年 3 月. ・堀 順一, 渡辺 哲子, 樋口 澄男, 佐々木 一敏. 豊丘村の地下水の水位と硝酸性窒素濃度. 第 36 回長野県環境科学研究発表会講演要旨集. 2009, p11-12. ・長野県 HP. 水質測定結果. (https://www.pref.nagano.lg.jp/mizutaiki/kurashi/shizen/suishitsu/chikasui/index.html 及び https://www.pref.nagano.lg.jp/mizutaiki/kurashi/shizen/suishitsu/kasen/index.html)
岐阜県各務原市	<p>農業系による汚染が確認され、協議会等が設置された。減肥による汚染対策、地下水解析が実施され、濃度は減少傾向となった。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・各務原地下水研究会. よみがえる地下水—自然史と地下水. 横山 卓雄・田中 雄三編, 京都自然史研究所, 1994. ・環境省. 硝酸性窒素による地下水汚染対策事例集. 平成 16 年 7 月. (http://www.env.go.jp/water/chikasui_jiban/booklet200407_02.pdf) ・各務原市. 各務原市水道ビジョン ~緑の都市をささえる命の水~ 快適な水を供給する水道システムの強化と更新（概要版）. 平成 23 年 3 月. (http://www.city.kakamigahara.lg.jp/dbps_data/_material/_files/000/000/001/779/gaiyouban.pdf) ・日本地下水学会 HP 掲載のコラム 第 2 話「よみがえる地下水 – 1 (岐阜県各務原市の地下水)」. (http://www.jagh.jp/content/shimin/images/column/column002.pdf) 第 3 話「よみがえる地下水 – 2 (岐阜県各務原市の地下水)」. (http://www.jagh.jp/content/shimin/images/column/column003.pdf) ・岐阜県 HP. 水質調査結果（地下水）. (https://www.pref.gifu.lg.jp/kurashi/kankyo/kankyo-hozen/c11264/index_4881.html)
山形県	<p>農業系、生活排水系、畜産系による汚染が確認され、協議会等が設置された。計画の策定、モニタリングが実施され、環境基準が達成されている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・硝酸性窒素対策連絡調整会議. 硝酸性窒素削減対策計画. 平成 17 年 3 月. (https://www.env.go.jp/water/chikasui/no3_project/attach/yamagata_1.pdf) ・沼澤 聰明. 山形県内の地下水窒素汚染対策の事例について. 第 11 回もがみがわ水環境発表会講演要旨集. 2015. (http://www2.mogamigawa.gr.jp/mizukankyo/11_mizukankyo-hokoku/?action=common_download_main&upload_id=5662)

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

(1) 茨城県の事例

平成 17 年度～平成 19 年度の 3 年間、硝酸性窒素等による地下水汚染が見られるモデル地域において、地域の実情に応じた最適かつ実行可能な対策を推進し、その成果を全国に普及させることを目的とした『硝酸性窒素総合対策モデル事業』が茨城県土浦市新治地区において実施された。

1) 事例の概要

茨城県の事例の概要は表 3.2 に示すとおりである。

表 3.2 硝酸性窒素等による地下水汚染への対策事例（茨城県）

区分	項目	特徴等	説明
地域	対象地域	茨城県土浦市新治地区	
汚染状況	汚染の程度	・ 環境基準超過	一部で 70～80 mg/L (平成 15 年時点)
	面的広がり	・ 面的（複数地点）	
	経時的变化	・ 繼続的	
	汚染の傾向	・ (ほぼ) 横ばい	
	負荷発生原因	・ 畜産系、農業系	推定
地下水	地下水利用	・ あり	水道の普及や硝酸性窒素等による浅井戸の水質悪化により、飲用としての利用はあまり行われていないものの、公共水道を利用して世帯では、地下水を生活用水として利用
	流動	・ 河川に向かい流下	
地理	地形	・ 北部は山地斜面・扇状地 ・ 中部は台地 ・ 西部から南部は谷底平野・氾濫平野、一部台地	
	山地	・ 北部に筑波山	
	河川	・ 桜川と天の川	
	湖沼	・ 南東に霞ヶ浦	
	海	・ —	
対策	地下水汚染対策等	・ 対策メニューを策定	
	取組状況	・ —	
	体制	・ 連絡会議（環境省、茨城県、土浦市） ・ 連絡調整会議（茨城県、土浦市、JA、地元住民） ・ 専門部会（茨城県、土浦市、JA）	

環境省. 平成 17 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 茨城県土浦市新治地区（旧新治村）における硝酸性窒素対策検討調査 報告書. 平成 18 年 3 月. (<https://www.env.go.jp/water/report/h18-03/index.html>)、環境省. 平成 19 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 茨城県土浦市新治地区（旧新治村）における硝酸性窒素対策検討調査 報告書. 平成 20 年 3 月. を参考に作成

2) 汚染の実態

環境基準値である 10 mg/L を超過する井戸や、5~10 mg/L の範囲にある井戸が点在していた（図 3.1）。

ヘキサダイアグラムと周辺の土地利用より検討した結果、地点により異なるが、施肥による影響と家畜排せつ物による影響を受けていると考えられた。

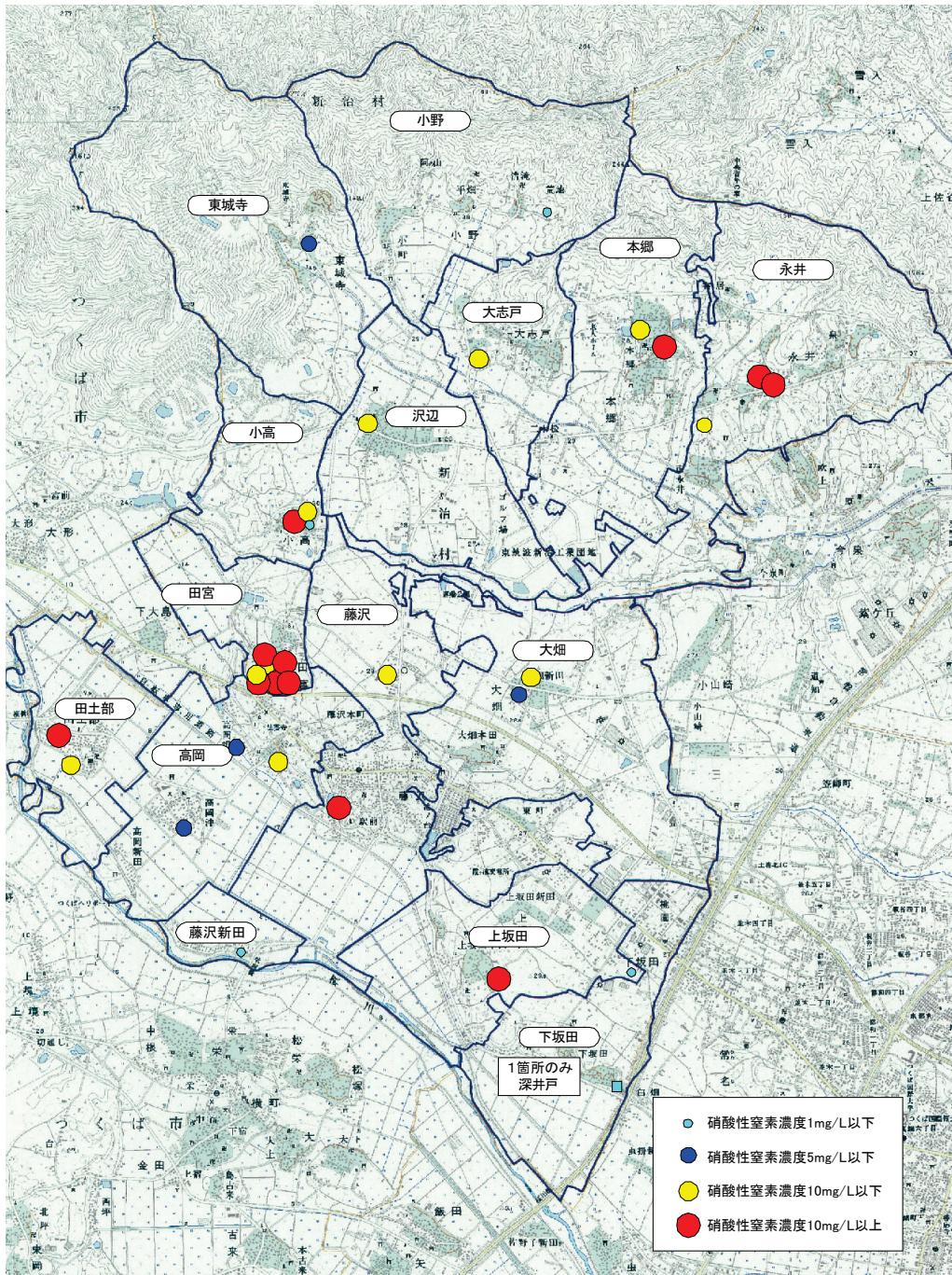


図 3.1 既往調査結果及び現地調査結果における硝酸性窒素等濃度

注：図中の硝酸性窒素は硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素のこと、○：浅井戸、□：深井戸を示す

出典：環境省. 平成 17 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 茨城県土浦市新治地区（旧新治村）における硝酸性窒素対策検討調査 報告書. 平成 18 年 3 月. (<https://www.env.go.jp/water/report/h18-03/index.html>)

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

3) 協議会等

環境省、茨城県、土浦市から構成される連絡会議と、茨城県、土浦市、JA土浦、地元住民から構成される連絡調整会議が設置された（図 3.2）。関係者の役割は表 3.3 に示すとおりである。また、事業目標等の具体的な対策メニューの策定、対策内容の検討を行うとともに、事業の円滑な推進を図ることを目的として、平成 18 年度より専門部会を設置し、事業の具体的な内容及び役割分担の明確化、事業目標の設定等について協議された（図 3.3）。

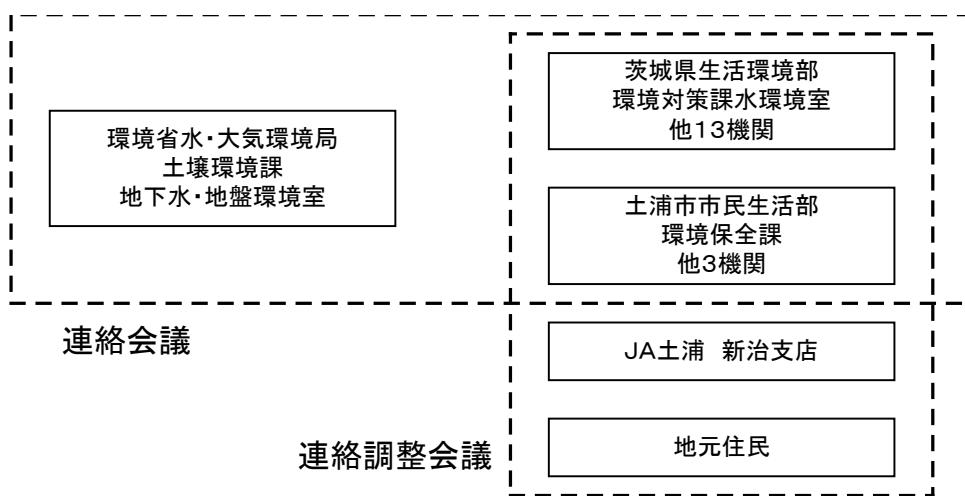


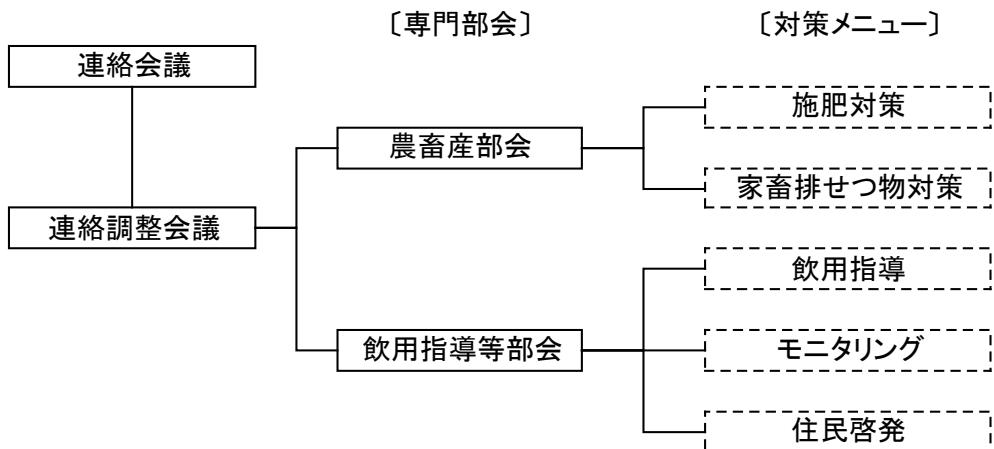
図 3.2 連絡会議・連絡調整会議の構成

出典：環境省. 平成 17 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 茨城県土浦市新治地区（旧新治村）における硝酸性窒素対策検討調査 報告書. 平成 18 年 3 月. (<https://www.env.go.jp/water/report/h18-03/index.html>)

表 3.3 関係者の役割

関係者	役割
環境省 (調査担当機関)	①汚染原因と寄与の把握 ②最適な対策オプションの提案 ③対策効果の定量的評価 ④事業全般に関する指導
茨城県 (関係地方公共団体)	①協議会の設置・運営 ②対策計画の立案 ③対策の実施
新治地区 (関係地方公共団体)	①計画立案・対策実施 ②地元との連絡調整
J A 土浦 (関係機関)	①計画立案への指導・助言 ②対策実施にあたっての地元農業生産者等への指導・助言
地元 (地域住民)	①対策実施への協力 ②本事業に対する意識の向上

環境省. 平成 17 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 茨城県土浦市新治地区（旧新治村）における硝酸性窒素対策検討調査 報告書. 平成 18 年 3 月. (<https://www.env.go.jp/water/report/h18-03/index.html>) より作成



出典：環境省. 平成 17 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 茨城県土浦市新治地区（旧新治村）における硝酸性窒素対策検討調査 報告書. 平成 18 年 3 月. (<https://www.env.go.jp/water/report/h18-03/index.html>)

4) 計画策定

汚染機構と既存事業（現状の対策メニュー）の関連性が整理され、対策計画（案）が策定された（表 3.4）。

表 3.4 硝酸性窒素等対策計画（案）

対策の対象 対策の分類	A 高濃度井戸の周辺で 特に推進すべき対策	B 新治地区全体で 取り組む対策
a 現状の対策	○ 土壌診断や施肥基準等に基づく適正な施肥管理	◎ 家畜排せつ物の適正な管理 ◎ 良質な肥料づくりの推進+たい肥の需給ルートの確立 ○ 井戸の水質検査と飲用指導の普及 ◎ 地下水水質のモニタリング
b 新規の対策	◎ さく井の際の情報提供 △ 過去の素掘り土壌の入れ替え※	○ 環境教育の実施

- 凡例 ◎ 優先順位 1（原則として実施する）
 ○ 優先順位 2（実施することが望ましい）
 △ 優先順位 3（必要に応じて実施することが望ましい）

※ 全域にわたって行うことは費用等の面から現実的ではないが、井戸の近隣で現在も素掘り貯留が行われている場合や、過去に大量の素掘りや野積みが行われ、その影響が現在も継続していると判断される井戸においては、汚染の原因となる周辺の土壌を入れ替えることも効果を有すると考えられる。

環境省. 平成 19 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 茨城県土浦市新治地区（旧新治村）における硝酸性窒素対策検討調査 報告書. 平成 20 年 3 月. に加筆

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

5) 効果検証

新治地区においては窒素収支と地下水の量に関するいくつかの仮定を基に地下水水質の繰り返し計算を行い、現状の窒素負荷の状況が継続した場合の将来水質予測が行われた。地下水濃度は窒素負荷量を地下水存在量で割ることで算出されている。なお、現状の農業系、畜産系、生活系、事業所系、面源系の窒素負荷が継続的に発生し、かつ過去から蓄積された有機態窒素が少しずつ無機化と溶脱を続けるという設定の基で窒素収支の繰り返し計算が行われた。また、不明なパラメーターである直接農地処理率については、4 ケース設定されている。地下水水質の試算結果は図 3.4 に示すとおりである。地下水濃度が低下し、最大濃度 51.8 mg/L であった地下水濃度は 100 年後には 32.1 mg/L～51.7 mg/L になると予測された。

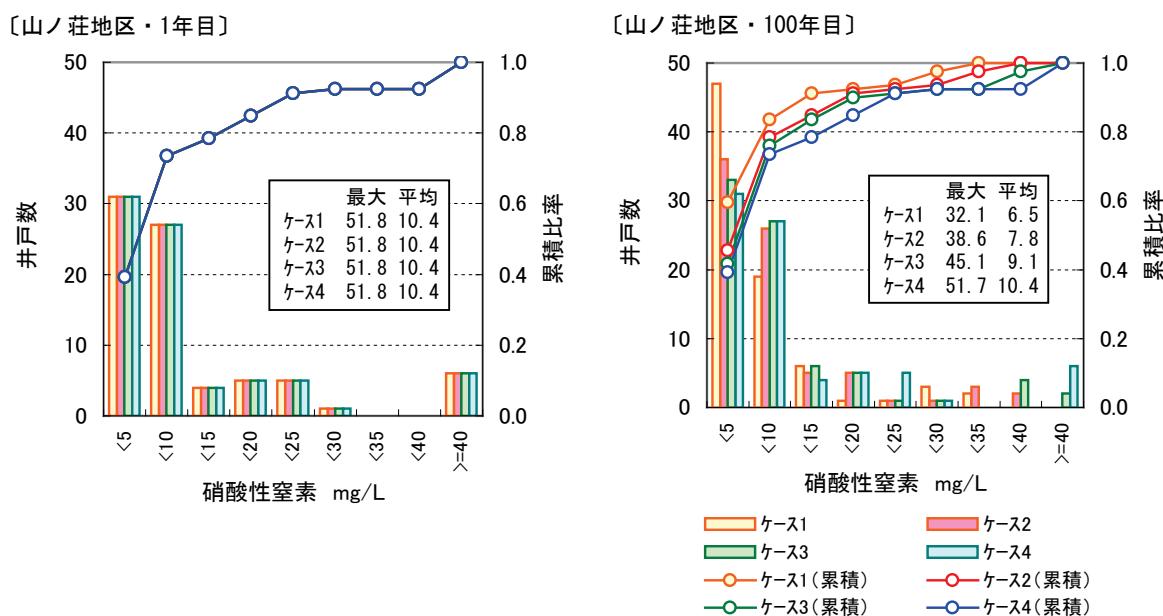


図 3.4 現状継続の場合の地下水水質の試算結果

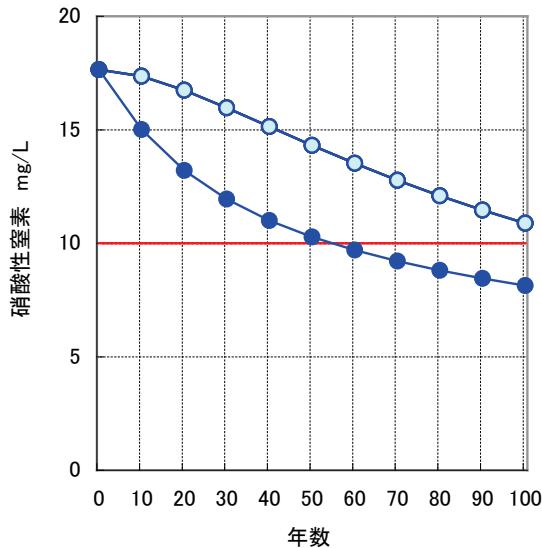
注：図中の硝酸性窒素は硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素のこと

出典：環境省. 平成 19 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 茨城県土浦市新治地区（旧新治村）における硝酸性窒素対策検討調査 報告書. 平成 20 年 3 月.

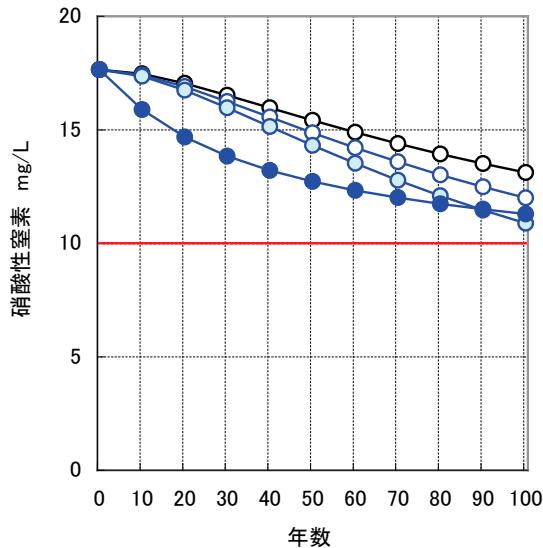
3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

また、硝酸性窒素等対策計画（案）のうち、窒素負荷の削減に対して直接的に寄与するものとして、「家畜排せつ物の適正な管理」、「良質なたい肥づくりの推進+たい肥の需給ルートの確立」、「過去の素掘り土壌の入れ替え」に焦点を当て、これらを実施した場合の水質改善効果が試算された（図 3.5）。

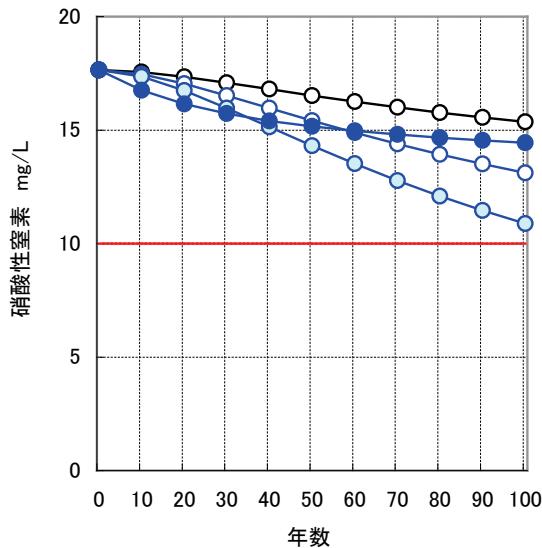
[ケース 1（直接農地処理率 = 0%）]



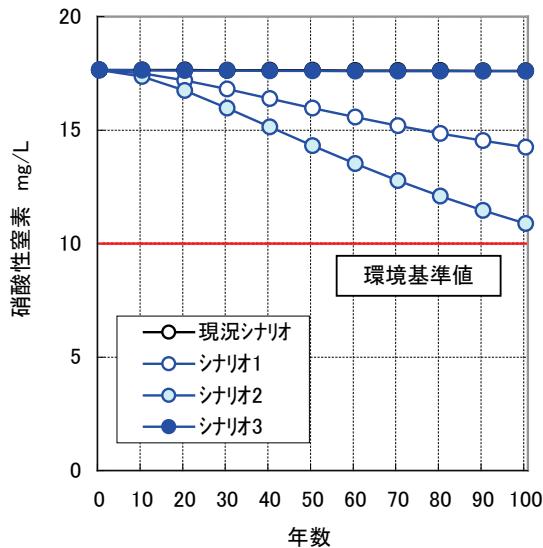
[ケース 2（直接農地処理率 = 3%）]



[ケース 3（直接農地処理率 = 6%）]



[ケース 4（直接農地処理率 = 9%）]



現況シナリオ：現状継続の場合

シナリオ 1：直接農地処理量の半量を適正化し、たい肥として新治地区外で利用する。

シナリオ 2：直接農地処理量の全量を適正化し、たい肥として新治地区外で利用する。

シナリオ 3：蓄積量の 50%を削減する。

図 3.5 対策の効果

注：図中の硝酸性窒素は硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素のこと

環境省. 平成 19 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 茨城県土浦市新治地区（旧新治村）における硝酸性窒素対策検討調査 報告書. 平成 20 年 3 月. より作成

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

6) モニタリング

茨城県では、「茨城県安全な飲料水の確保に関する条例」に基づき、飲用井戸等の適正管理の方法及び汚染時における措置を定めた指針を策定している。また、水質汚濁防止法に基づき、公共用水域及び地下水の水質測定を行っており、土浦市新治地区についても1地点モニタリングを行っている。

硝酸性窒素等の濃度は環境基準を超過しているものの、減少傾向にある（図3.6）。

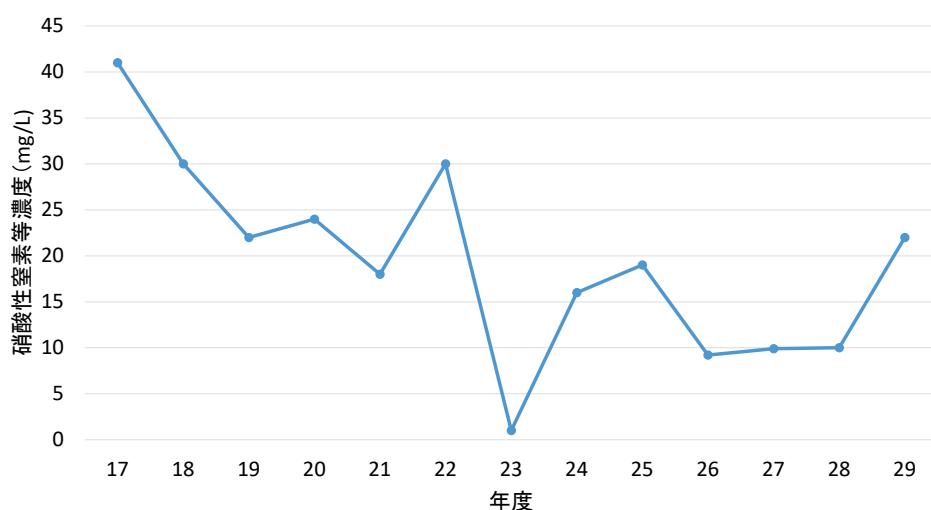


図3.6 茨城県における硝酸性窒素等の濃度推移

出典：茨城県より提供

(2) 熊本県の事例

阿蘇外輪山西麓から熊本平野及びその周辺台地に広がる熊本地域 11 市町村は、一つの大きな地下水盆を共有し、生活用水のほぼ 100%を地下水に依存している。しかし、その豊富な地下水に水量・水質両面の課題が顕在化している。

1) 事例の概要

熊本県の事例の概要は表 3.5 に示すとおりである。

表 3.5 硝酸性窒素等による地下水汚染への対策事例（熊本県）

区分	項目	特徴等	説明
地域	対象地域	熊本地域	熊本県及び熊本地域 11 市町村（熊本市、菊池市、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）
汚染状況	汚染の程度	・ 環境基準超過	
	面的広がり	・ 面的（複数地点）	
	経時的变化	・ 繼続的	
	汚染の傾向	・ 横ばいまたは微減傾向	
	負荷発生原因	・ 畜産系、農業系、生活排水系	
地下水	地下水利用	・ あり	上水水源のほぼ 100%が地下水
	流動	・ 主に阿蘇外輪山西側の裾野に広がる菊池台地などの火碎流台地一帯で涵養され、いったん白川中流域の「地下水プール」と呼ばれる地下水水面の勾配が緩やかな地域に集まり、ここから水位を下げながら南西の江津湖などの湧水地帯を経て西方の熊本平野への流れ ・ 北西に位置する金峰山山麓の植木台地から南方の熊本平野への流れ ・ 南東の御船山地などから熊本平野への流れ	
地理	地形	・ ほとんどが台地 ・ 北部や熊本平野を除き周囲は山地	
	山地	・ 阿蘇山、金峰山等	
	河川	・ 白川、緑川、坪井川	

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

区分	項目	特徴等	説明
	湖沼	・ 江津湖	
	海	・ 有明海	
対策	地下水汚染対策等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 熊本地域地下水総合保全管理計画 ・ 熊本地域地下水総合保全管理計画に基づく第3期行動計画（平成31年度（2019年度）～平成36年度（2024年度）） ・ 熊本地域硝酸性窒素削減計画 	
	取組状況	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第2期行動計画の推進結果を踏まえ、第3期行動計画を策定 	
	体制	<ul style="list-style-type: none"> ・ 熊本地域硝酸性窒素汚染対策連絡会議（熊本県） ・ 熊本地域硝酸性窒素削減対策会議（熊本県、市町村、JA） 	

熊本県. 熊本地域硝酸性窒素削減計画. 平成17年3月. (<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/51/5571.html>)、熊本県及び熊本地域14市町村. 熊本地域地下水総合保全管理計画. 平成20年9月. (<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/49/5505.html>)、熊本県及び熊本地域11市町村. 熊本地域地下水総合保全管理計画に基づく第3期行動計画（平成31年度（2019年度）～平成36年度（2024年度））. 平成31年3月. (http://mizukuni.pref.kumamoto.jp/one_html3/pub/default.aspx?c_id=7) を参考に作成

2) 汚染の実態

硝酸性窒素等による地下水汚染が見つかっており、平成16年度～平成18年度の調査結果では、環境基準10mg/Lを超える井戸が点在しており、特に、以下の3地域において硝酸性窒素等濃度の高い井戸が分布している（図3.7）。

- ① 熊本市北西部（金峰山周辺）で、比較的狭い範囲に環境基準を超過する井戸が集中し、濃度も高い。
- ② 熊本市北部、植木町、合志市、菊池市（旧泗水町及び旧旭志村西部）にかけ、広範囲に環境基準を超過する井戸が分布している。
- ③ 宇土市西部、城南町、甲佐町、御船町西部にかけ、環境基準を超過する井戸や濃度が高い井戸が点在している。

熊本地域における汚染の原因は畜産系、農業系、生活排水系であるが、地域ごとに異なり複合していることが多い。それぞれの地域における汚染原因は表3.6に示すとおりである。

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

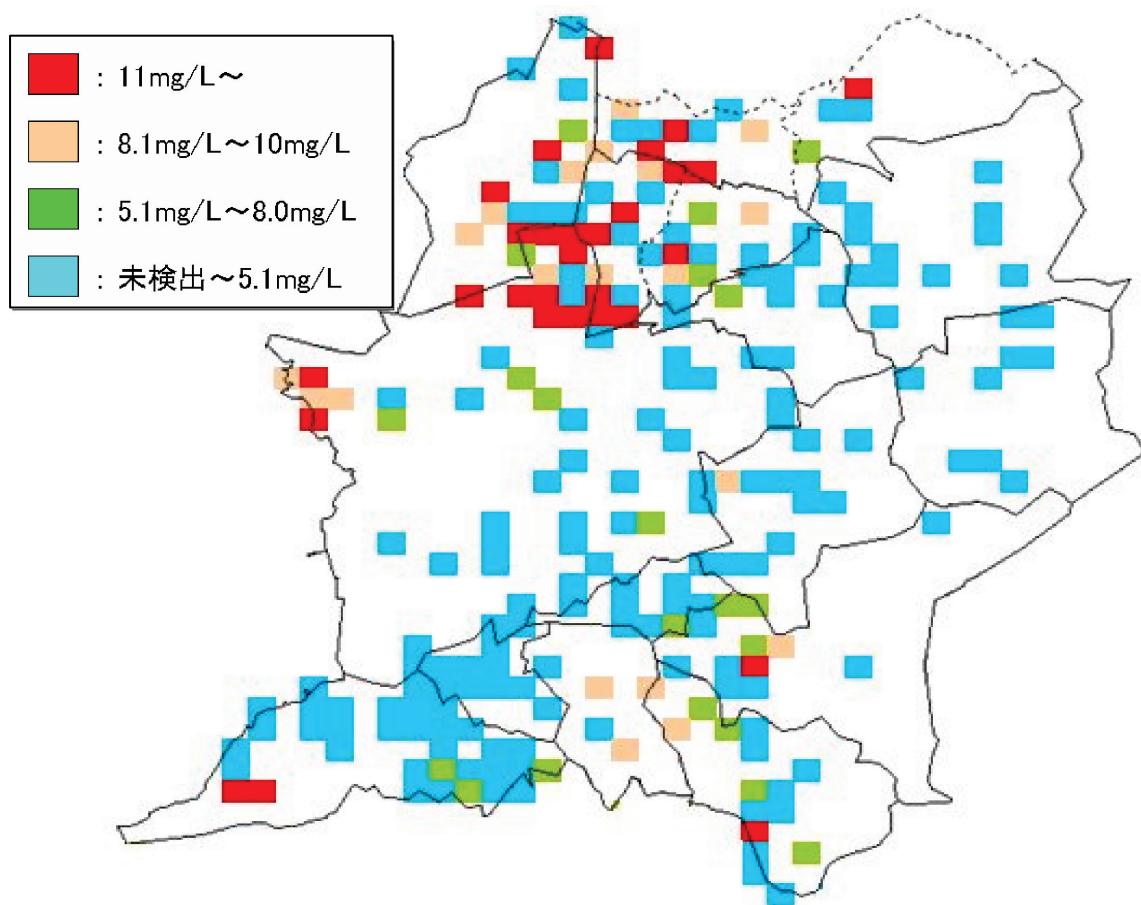


図 3.7 熊本地域硝酸性窒素等調査結果（平成 16 年度～平成 18 年度）

出典：熊本県及び熊本地域 14 市町村. 熊本地域地下水総合保全管理計画. 平成 20 年 9 月.
(<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/49/5505.html>)

表 3.6 熊本地域の各地域における汚染原因

地域	汚染原因
植木町	一部は生活排水系や畜産系 農業系の影響が最も大きい
菊池郡 3 町村 (旭志村、合志村、菊陽町)	旭志村及び合志町の多くは生活排水系や畜産系、残りは農業系 菊陽町の多くは農業系
熊本市	旧北部町地区は農業系 旧河内町地区は農業系

熊本県. 熊本地域硝酸性窒素削減計画. 平成 17 年 3 月. (<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/51/5571.html>) より作成

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

3) 協議会等

硝酸性窒素等による地下水汚染に関する全庁的な合意形成の組織である「硝酸性窒素汚染対策連絡会議」が設置された。県、市町村、JA、農業従事者及び生活排水処理対象者が協力し、それぞれの役割に応じ、連携を図りながら各供給源に対する削減対策を推進し、「硝酸性窒素汚染対策連絡会議」における府内関係各課との連携・調整、対策を推進し、さらに、県・市町村・JAの連携・協力による横断的な対策が推進された（表 3.7、図 3.8、図 3.9）。

表 3.7 熊本地域硝酸性窒素削減対策会議メンバー

本県	農林水産部	農業技術課長
	土木部	下水環境課長
	地域振興局	菊池地域振興局保健福祉環境部長 阿蘇地域振興局保健福祉環境部長 上益城地域振興局保健福祉環境部長 宇城地域振興局保健福祉環境部長
		各地域振興局農林水産部長のうち、議長が必要と認めるもの
市町村	環境担当課	熊本市水保全課長 菊池市環境課長 宇土市環境交通課長 合志市環境衛生課長 大津町環境保全課長 菊陽町環境生活課長 西原村企画商工課長 御船町環境保全課長 嘉島町建設課長 益城町環境衛生課長 甲佐町環境衛生課長
	水道農政担当課	各市町村水道担当課長及び農政担当課長のうち、議長が必要と認めるもの
試験研究機関		熊本県保健環境科学研究所水質科学部長 熊本県農業研究センター企画調整部長
農業協同組合		各地域農業協同組合担当部・課長のうち、議長が必要と認めるもの

熊本県、熊本地域硝酸性窒素削減対策会議設置要綱、平成30年1月、より作成

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

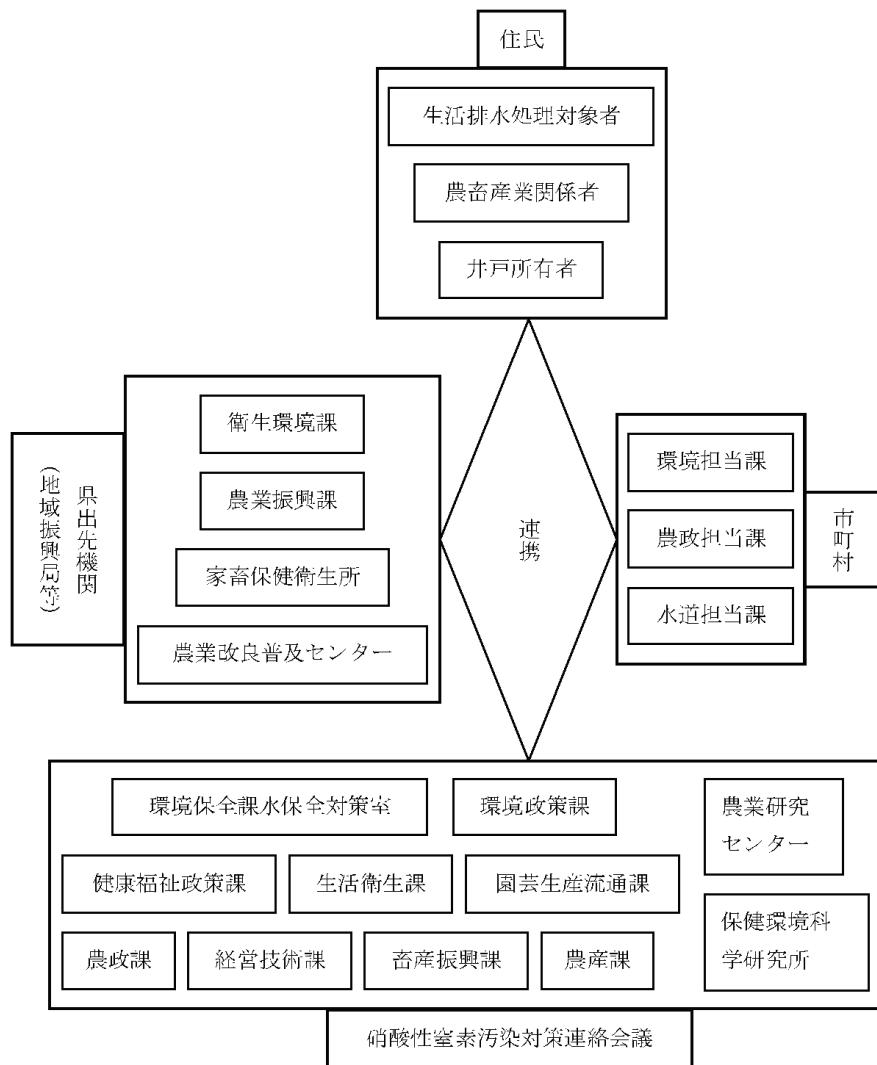


図 3.8 計画の推進

出典：熊本県. 熊本地域硝酸性窒素削減計画. 平成 17 年 3 月.
<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/51/5571.html>

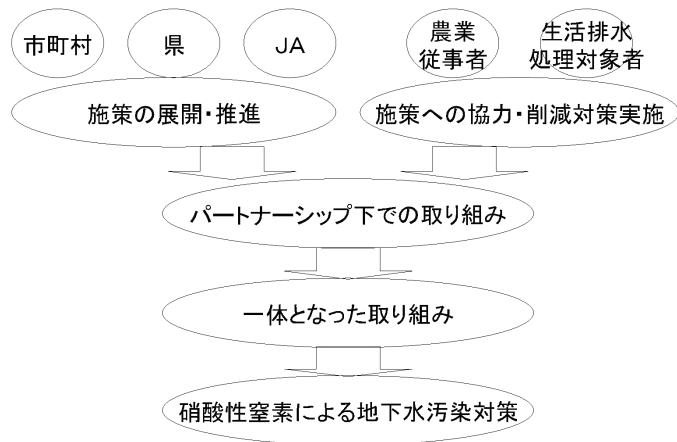


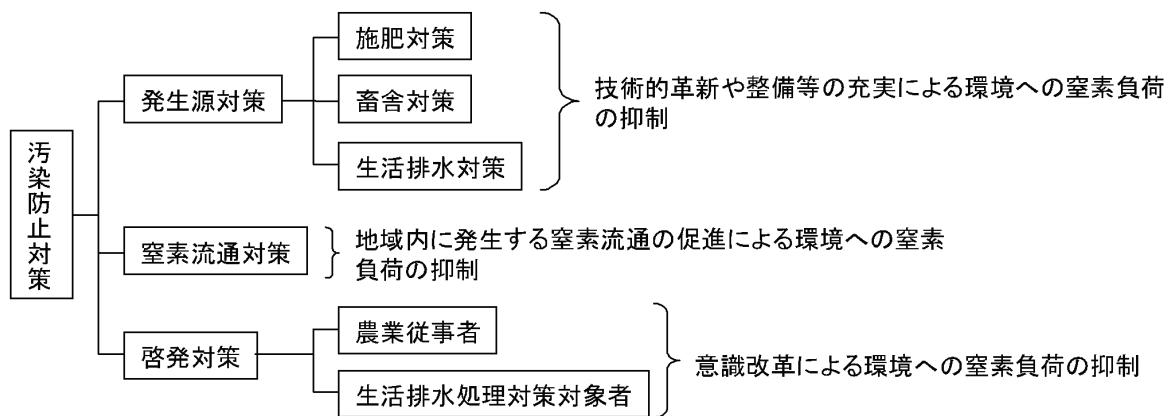
図 3.9 地下水汚染対策推進のパートナーシップ図

出典：熊本県. 熊本地域硝酸性窒素削減計画. 平成 17 年 3 月.
<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/51/5571.html>

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

4) 計画策定

一部の地域で汚染が顕著化していること、各種対策の体系化と総合化を図り、計画的かつ効果的な対策が必要であることより、熊本市、菊池市（旧泗水町及び旧旭志村）、宇土市、合志市、城南町、富合町、植木町、大津町、菊陽町、西原村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町を対象として、「熊本地域硝酸性窒素削減計画」が策定された。計画の期間は平成 17 年度～平成 36 年度までの 20 年間である。地下水汚染防止対策は、大きく「発生源対策」、「窒素流通対策」及び「啓発対策」の 3 つに分けて実施された（図 3.10）。



出典：熊本県. 熊本地域硝酸性窒素削減計画. 平成 17 年 3 月.

(<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/51/5571.html>)

また、熊本県及び熊本地域 11 市町村（熊本市、菊池市、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）により、平成 20 年 9 月「熊本地域地下水総合保全管理計画」が策定された。第 1 期行動計画（平成 21 年度～25 年度）では、管理計画に定めた地下水保全の 3 つの目標（①目標かん養量、②目標採取量、③水質保全目標）に向けて、6 項目（①地下水かん養対策、②節水対策、③地下水質保全対策、④熊本県地下水保全条例の見直し、⑤地下水保全の普及・啓発、⑥地下水のサスティナビリティ（持続的水循環）を確立するための仕組みづくり）にわたる具体的な施策を掲げ、各事業に取り組んできた。また、第 2 期行動計画は、第 1 期行動計画の推進結果を踏まえ策定された。現在は、第 3 期行動計画が策定されたところである。

5) 効果検証

平成 24 年度に現況解析と将来予測が実施された。また、将来予測に用いた窒素溶脱量を基準とし、これより定率を削減した場合における地下水の硝酸性窒素濃度の低減状況を把握する目的で、熊本地域全体を対象とするシミュレーションが実施された（図 3.11）。熊本地域の行政・事業者（団体）・住民の地下水汚染に対する意識啓発を目的とし、説明用ツールとしてシミュレーション結果が活用された。

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

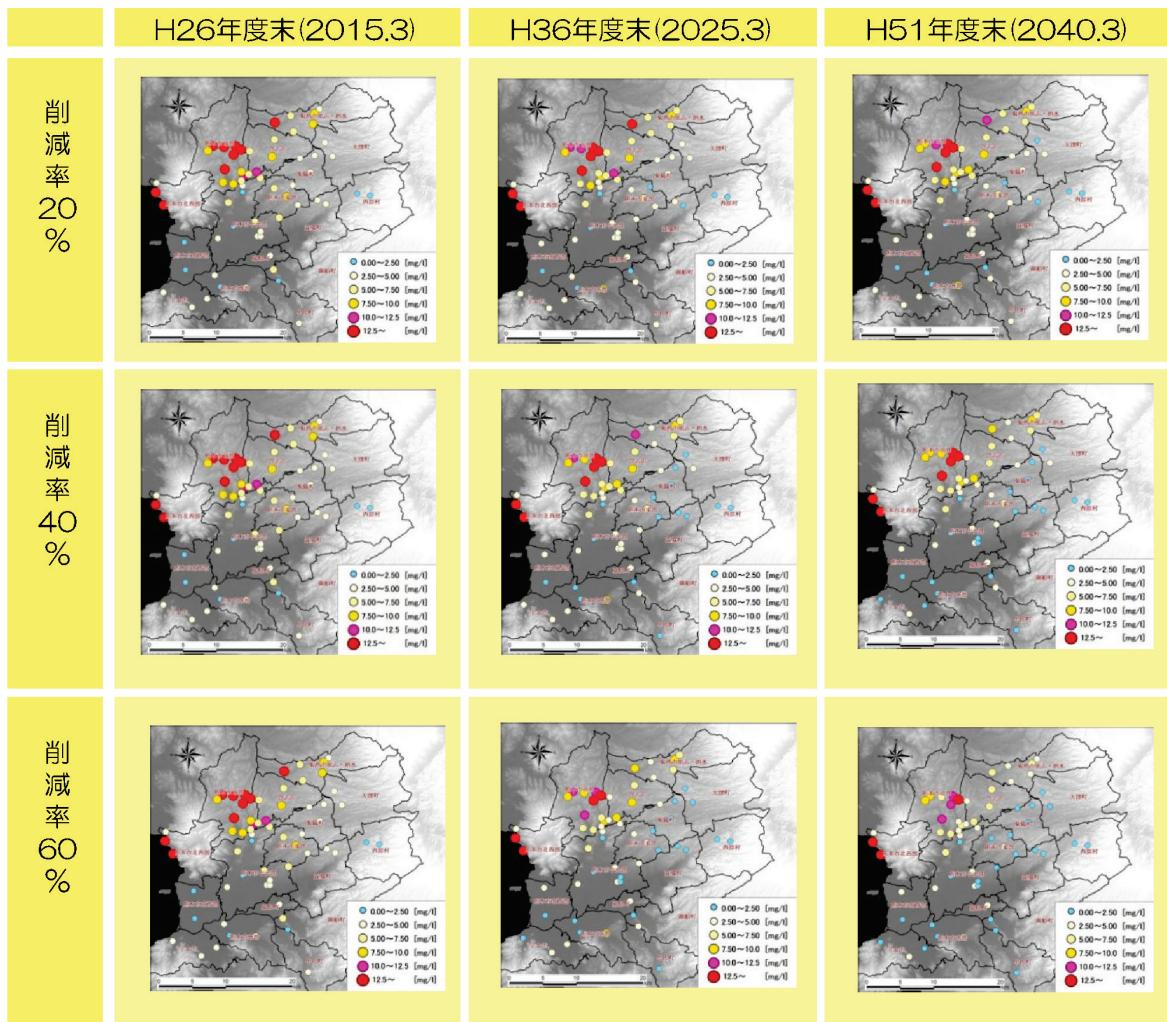


図 3.11 地下水解析結果

出典：熊本地域硝酸性窒素濃度シミュレーションの概要。（熊本県より提供）

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

6) モニタリング

水質汚濁防止法により毎年地下水質測定計画を定め、これに基づき地下水質調査を実施している（表 3.8）。さらに、これまでの地下水質調査地点の中から、硝酸性窒素等濃度、地理的状況、地下水流动等を考慮して地点を選定し、対策の効果を把握するため、硝酸性窒素等濃度の追跡調査が実施されている。

表 3.8 硝酸性窒素等濃度に関する地下水質調査

実施機関	定点監視調査	汚染地区調査	検出井戸周辺地区調査	合計
国土交通省	12	0	0	12
熊本県	21	10	1	32
熊本市	44	65	3	112
宇土市	12	35	0	47
合計	89	110	4	203

出典：熊本県. 熊本地域硝酸性窒素削減計画. 平成 17 年 3 月.
(<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/51/5571.html>)

7) 対策実施後の推移

硝酸性窒素等濃度の推移は、平成 13 年度から全体の平均としては横ばいまたは微減傾向であるが、北部から北東部にかけて高い濃度を示す井戸が多い（表 3.9、図 3.12）。

地下水保全対策の主な取組の成果は、①硝酸性窒素削減計画の策定と計画的取組、②生活排水対策の推進、③家畜排せつ物対策の推進、④施肥対策の推進（くまもとグリーン農業の推進）である（表 3.10）。

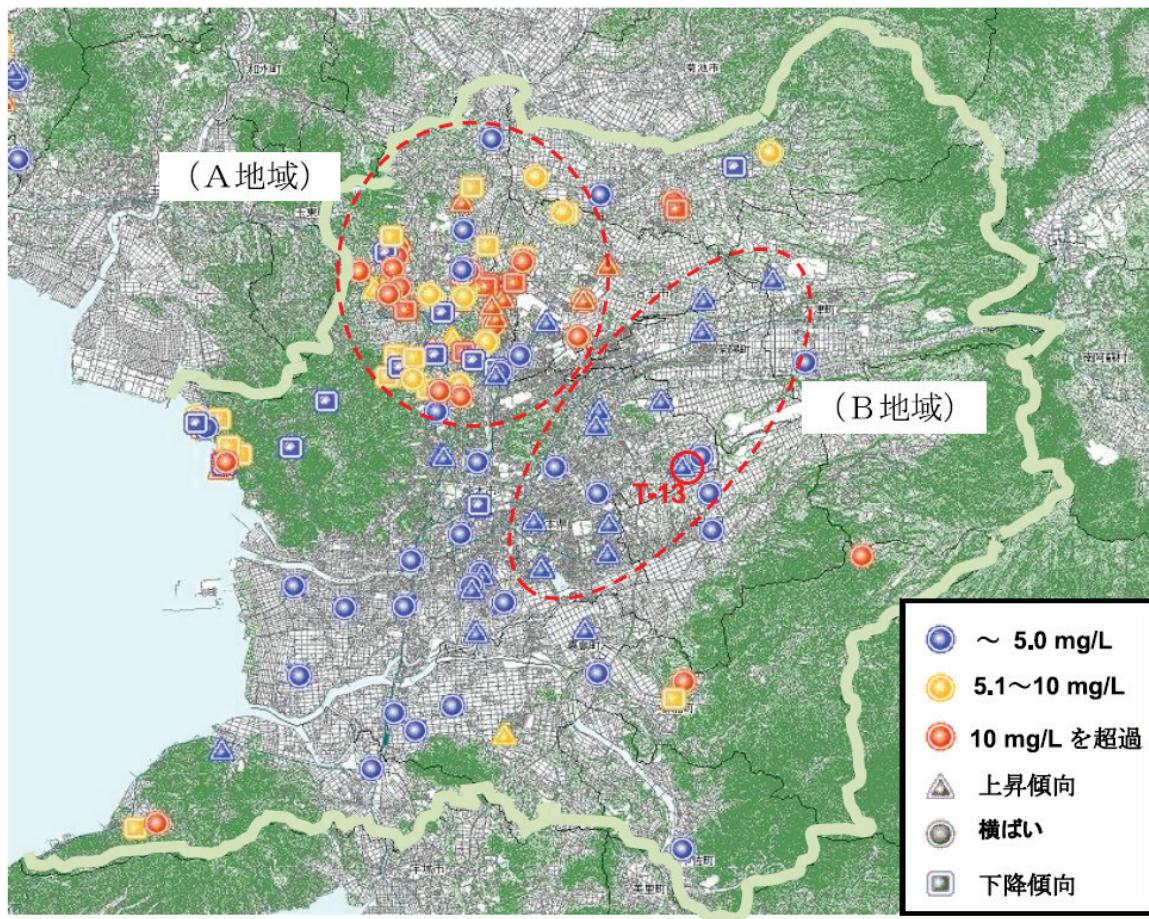
表 3.9 硝酸性窒素等濃度の目標と現状

対象区分	初期目標	区分ごとの井戸の割合						
		H13	H17	H25	H26	H27	H28	H29
● 10 mg/L 超	指標井戸の 5% 以下	16.7% 18/108 本	18.5% 20/108 本	15.9% 17/107 本	14.0% 15/107 本	14.8% 16/108 本	16.8% 18/107 本	17.8% 19/107 本
○ 5 mg/L 超～10 mg/L 以下	指標井戸の 10% 以下	32.4% 35/108 本	25.0% 27/108 本	28.0% 30/107 本	25.2% 27/107 本	28.7% 31/108 本	23.4% 25/107 本	22.4% 24/107 本

※ H25、26、28、29 の調査井戸数が 107 本となっているのは、単年度の欠測による。

出典：熊本県及び熊本地域 11 市町村. 熊本地域地下水総合保全管理計画に基づく第 3 期行動計画（平成 31 年度（2019 年度）～平成 36 年度（2024 年度）). 平成 31 年 3 月. (http://mizukuni.pref.kumamoto.jp/one_html3/pub/default.aspx?c_id=7)

① 硝酸性窒素の濃度分布 (H19～H29)

② 硝酸性窒素濃度の傾向 (H13～H29)
※調査：108 井戸

- △ 【上昇】 約 33% (36 井戸)
- 【横ばい】 約 46% (49 井戸)
- 【減少】 約 21% (23 井戸)

③ 熊本地域の硝酸性窒素濃度の平均値及び熊本市東部地区の井戸の硝酸性窒素濃度

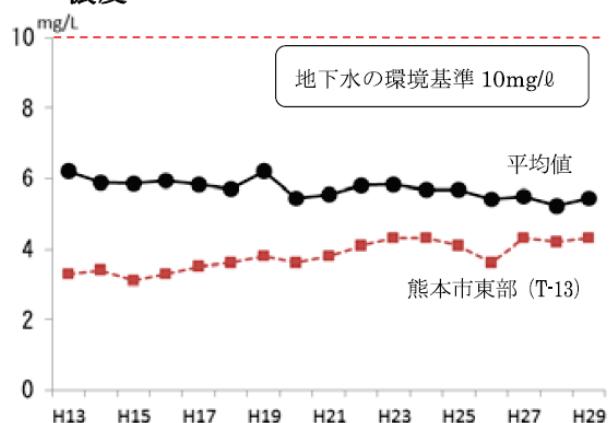


図 3.12 熊本地域の調査井戸における硝酸性窒素等濃度の状況

注：図中の硝酸性窒素は硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素のこと

出典：熊本県及び熊本地域 11 市町村。熊本地域地下水総合保全管理計画に基づく第 3 期行動計画（平成 31 年度（2019 年度）～平成 36 年度（2024 年度））。平成 31 年 3 月。（http://mizukuni.pref.kumamoto.jp/one_html3/pub/default.aspx?c_id=7）

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

表 3.10 第 2 期行動計画の取組成果（地下水保全対策）

取組	成果
硝酸性窒素削減計画の策定と計画的取組	<ul style="list-style-type: none"> ○各地域における硝酸性窒素削減計画策定に向け、地域ごとに推進連絡会議を開催し検討を行った。 <ul style="list-style-type: none"> ・熊本市では、第 3 次熊本市硝酸性窒素削減計画（計画期間：平成 27 年度～平成 31 年度）を策定した。 ・菊池市では、硝酸性窒素削減等地下水質保全対策を講じるための菊池市地下水対策協議会を平成 28 年度に設置した。
生活排水対策の推進	<ul style="list-style-type: none"> ○下水道等の生活排水処理施設の整備を促進し、汚水処理人口普及率が向上した。 <ul style="list-style-type: none"> ・汚水処理人口普及率 平成 24 年度末 : 91.6% ⇒ 平成 29 年度末 : 94.6%
家畜排せつ物対策の推進	<ul style="list-style-type: none"> ○農協間の堆肥流通に関する協定締結を促進するなどして、耕畜連携による堆肥の広域流通を促進した結果、流通量が大きく増加した。 <ul style="list-style-type: none"> ・堆肥の広域流通量 平成 24 年度 : 42,000 t ⇒ 平成 29 年度 : 67,436 t ○硝酸性窒素等による地下水汚染を防止するとともに、周辺環境と調和のとれた畜産業の発展を図るため「熊本市東部堆肥センター」を整備した。
施肥対策の推進（くまもとグリーン農業の推進）	<ul style="list-style-type: none"> ○土壤分析等により化学肥料の使用量の削減を行い、環境保全型農業の普及を推進した。 <ul style="list-style-type: none"> ・化学肥料流通量 平成 24 年度 : 64,317 t ⇒ 平成 29 年度 : 50,001 t ○環境にやさしい農業への取組を実施している農家として生産宣言を行った農業者等が確実に増加した。 <ul style="list-style-type: none"> ・くまもとグリーン農業生産宣言 平成 24 年度末 : 6,876 件 ⇒ 平成 29 年度末 : 20,374 件

熊本県及び熊本地域 11 市町村、熊本地域地下水総合保全管理計画に基づく第 3 期行動計画（平成 31 年度（2019 年度）～平成 36 年度（2024 年度））。平成 31 年 3 月。（http://mizukuni.pref.kumamoto.jp/one_html3/pub/default.aspx?c_id=7）より作成

(3) 熊本市の事例

1) 事例の概要

熊本市の事例の概要は表 3.11 に示すとおりである。

表 3.11 硝酸性窒素等による地下水汚染への対策事例（熊本市）

区分	項目	特徴等	説明
地域	対象地域	熊本県熊本市	
汚染状況	汚染の程度	・ 環境基準超過 (~54 mg/L)	
	面的広がり	・ 面的（複数地点）	
	経時的变化	・ 継続的	
	汚染の傾向	・ 東区・中央区：上昇傾向 ・ 西区：減少もしくは横ばい ・ 北区：上昇・減少・横ばいが混在	
	負荷発生原因	・ 東部：畜産系 ・ 北西部・北部：農業系	
地下水	地下水利用	・ あり	水道水源の 100%が地下水
	流動	・ 主に阿蘇外輪山西側の裾野に広がる菊池台地などの火碎流台地一帯で涵養され、いたん白川中流域の「地下水プール」と呼ばれる地下水水面の勾配が緩やかな地域に集まり、ここから水位を下げながら南西の江津湖などの湧水地帯を経て西方の熊本平野への流れ ・ 北西に位置する金峰山山麓の植木台地から南方の熊本平野への流れ ・ 南東の御船山地などから熊本平野への流れ	
地理	地形	・ 台地、丘陵地、平野	
	山地	・ 金峰山等	
	河川	・ 白川、緑川、坪井川、井芹川、浜戸川	
	湖沼	・ 江津湖	
	海	・ 有明海	
対策	地下水汚染対策等	・ 第 3 次熊本市地下水保全プラン ・ 第 3 次熊本市硝酸性窒素削減計画	

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

区分	項目	特徴等	説明
	取組状況	・第2次計画の課題を検証し、第3次計画を策定	
	体制	・硝酸性窒素削減対策会議（熊本市） ・熊本市硝酸性窒素対策検討委員会（地下水や農業の専門家委）	

熊本県及び熊本地域 14 市町村。熊本地域地下水総合保全管理計画。平成 20 年 9 月。

(<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/49/5505.html>)、熊本市。第3次熊本市硝酸性窒素削減計画。平成 27 年 3 月。(https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=1546) を参考に作成

2) 汚染の実態

熊本市では平成元年度から硝酸性窒素等の調査を開始し、平成 6 年度～平成 10 年度にかけて当時の市内全域で汚染状況を把握する調査を実施したところ、一部地域の地下水が高濃度に汚染されていることがわかった。現在でも、北部地域、植木町地域、北西部地域、東部地域で環境基準を超過する井戸が存在している（図 3.13）。各地域の汚染原因は表 3.12 に示すとおりである。特に、近年では、熊本市の主要な地下水流の上流部に位置する東部地域の多くの井戸で硝酸性窒素等濃度が上昇傾向を示しており、水道水源の全てを地下水でまかなる熊本市では、対策の実施が喫緊の課題となっている。

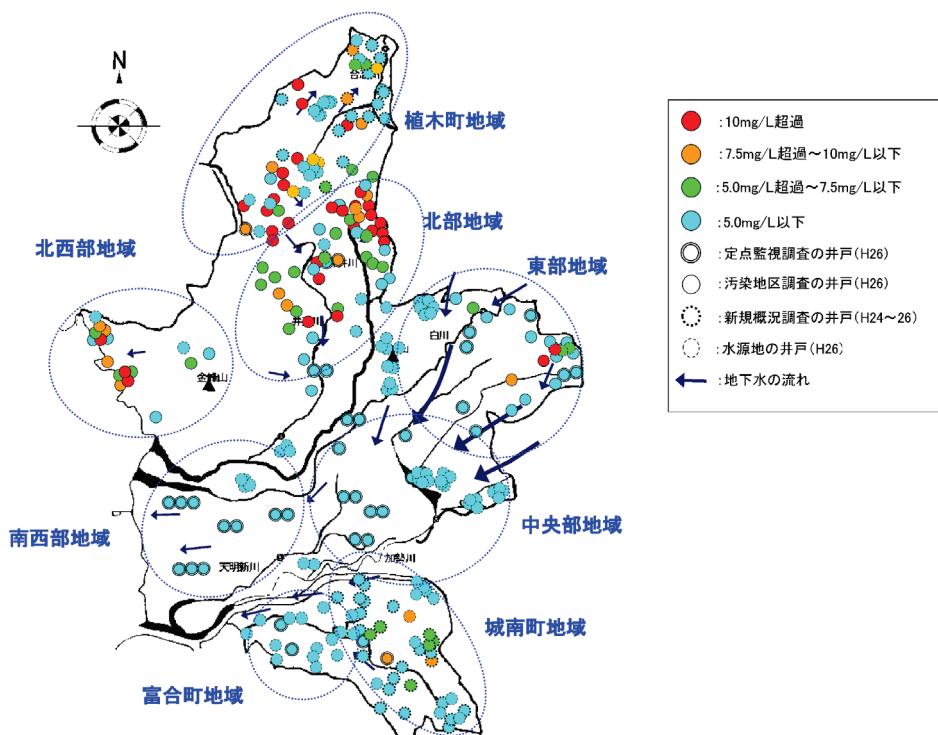


図 3.13 熊本市における地下水の硝酸性窒素等濃度の現状

出典：熊本市。第3次熊本市硝酸性窒素削減計画（概要版）。平成 27 年 3 月。

(https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=1546)

表 3.12 熊本市における汚染の原因

地区	地域	汚染の原因
東区・中央区	東部地域	家畜排せつ物の農地への過剰な投入
	中央部地域	—
西区	北西部地域	柑橘類栽培における施肥
北区	北部地域	畑作への施肥
	植木町地域	主にハウスや露地畠地への施肥
南区	富合町・南西部地域	—
	城南町	—

熊本市. 第3次熊本市硝酸性窒素削減計画. 平成27年3月.

(https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=1546) より作成

3) 協議会等

平成17年3月に熊本市関係課からなる「硝酸性窒素削減対策会議」が設置された（表3.13）。また、計画の進捗状況は地下水や農業の専門家で構成する「熊本市硝酸性窒素対策検討委員会」において評価される（表3.14、図3.14）。

表 3.13 硝酸性窒素削減対策会議委員

部局名	委員	役割
衛生部	生活衛生課長	飲用井戸所有者への指導
農林水産振興部	生産流通課長	適正施肥に関する指導 家畜排せつ物の適正処理に関する指導
下水道部	下水道総務課長	生活排水対策のうち、下水道普及に関すること
水道局技術部	水源課長	上水道水源の水質確保
環境総合研究所	次長	行政検査に係る分析
環境事業部	浄化対策課長	生活排水対策のうち、合併浄化槽普及に関すること
環境保全部	水保全課長	地下水質調査

出典：熊本市. 第1次熊本市硝酸性窒素削減計画. 平成19年8月. (https://www.city.kumamoto.jp/comm/on/UploadFileDsp.aspx?c_id=5&id=1546&sub_id=1&flid=7974)

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

表 3.14 熊本市硝酸性窒素対策検討委員会

委員	役職（平成 27 年 3 月現在）
足立 士朗	熊本県農業研究センター生産環境研究所長
梶田 聖孝	東海大学農学部応用動物科学科 教授
川越 保徳	熊本大学大学院自然科学研究科 教授 熊本市家畜排せつ物適正処理検討委員会委員
木原 義敏	前鹿本農業協同組合園芸部会植木基幹支部長
坂本 修	熊本市農業協同組合酪農部会監事 熊本市家畜排せつ物適正処理検討委員会委員
田中 久	熊本市農業協同組合営農部営農指導課長

出典：熊本市. 第3次熊本市硝酸性窒素削減計画. 平成 27 年 3 月.
(https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=1546)

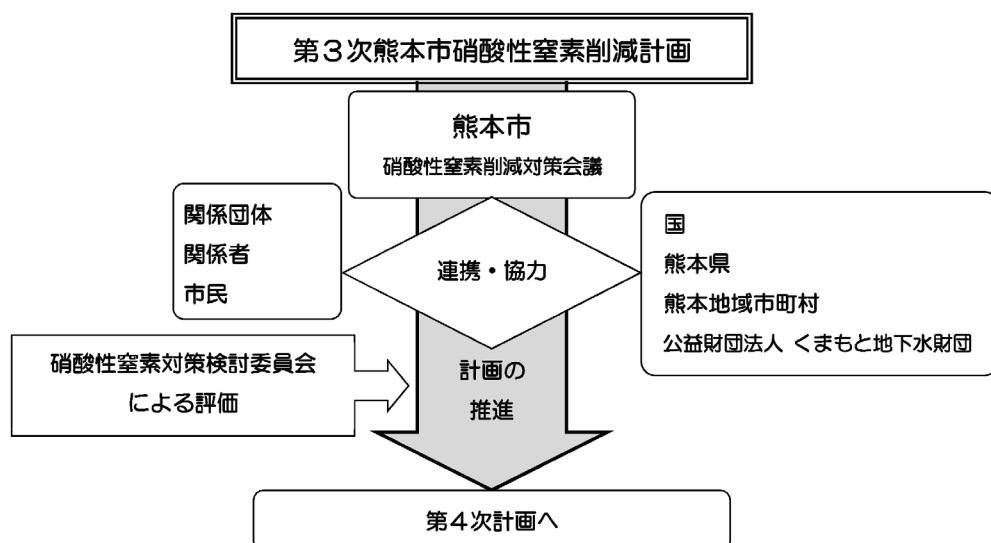


図 3.14 計画の推進及び評価体制

出典：熊本市. 第3次熊本市硝酸性窒素削減計画. 平成 27 年 3 月.
(https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=1546)

4) 計画策定

熊本県が平成 17 年 3 月に「熊本地域硝酸性窒素削減計画」を策定したのを受けて、熊本市では、高濃度地域における地下水質調査の監視を継続するとともに、平成 19 年 8 月に熊本市域を対象とした具体的対策を推進するため、各種関連施策及びその目標値を定めた「第 1 次熊本市硝酸性窒素削減計画」、平成 22 年 3 月に「第 2 次熊本市硝酸性窒素削減計画」が策定された。第 2 次計画期間が終了することから、その課題を検証し、さらに硝酸性窒素等削減対策を推進していくため、「第 3 次熊本市硝酸性窒素削減計画」が策定された。

熊本市地下水保全条例第 9 条に基づく「地下水質保全対策指針」に定めた硝酸性窒素等削減計画であり、同第 10 条に定める硝酸性窒素等削減対策の取組を具体化したものとともに、熊本市の地下水保全を目的とした「第 2 次熊本市地下水保全プラン」（平成 26 年 3 月）に基づき、具体的な対策や目標等を定めた実行計画である。また、熊本県が策定した「熊本地域硝酸性窒素削減計画」を基に熊本市域の具体的対策を定めた行動計画であり、硝酸性窒素等削減に係る目標や対策を具体化した計画である（図 3.15）。

計画の期間は、熊本地域硝酸性窒素削減計画と同様に平成 36 年度までを計画期間とし、第 1 次～第 4 次の 4 期間に分けて、詳細な計画を策定することとしている（図 3.16）。

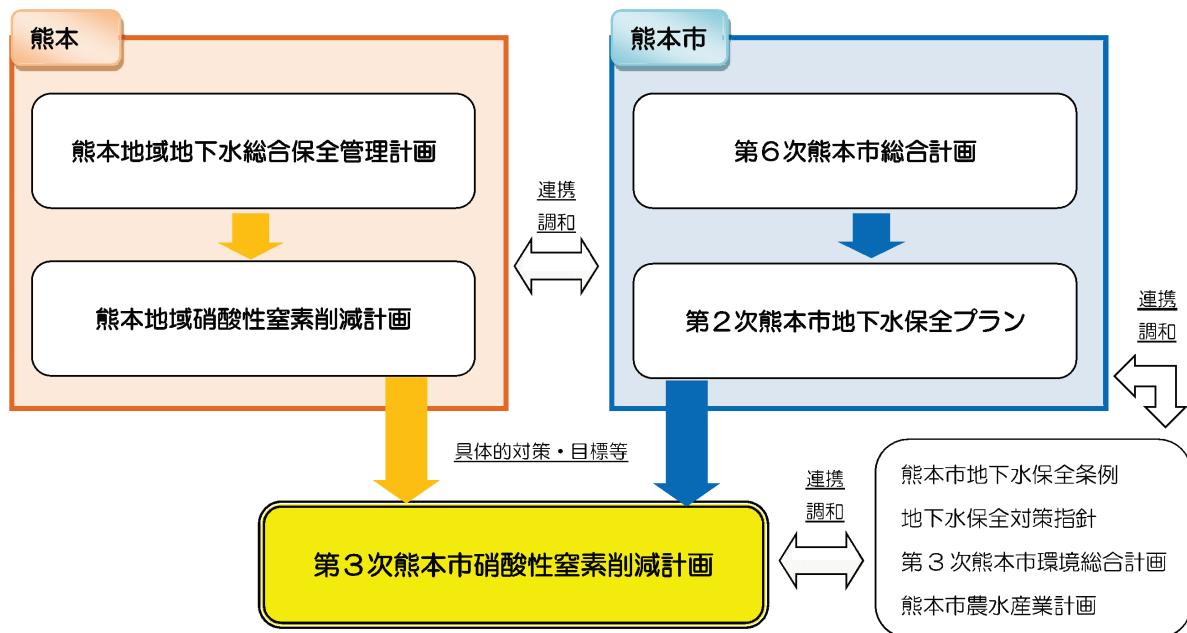


図 3.15 計画の位置付け

出典：熊本市. 第3次熊本市硝酸性窒素削減計画. 平成 27 年 3 月.
(https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=1546)

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

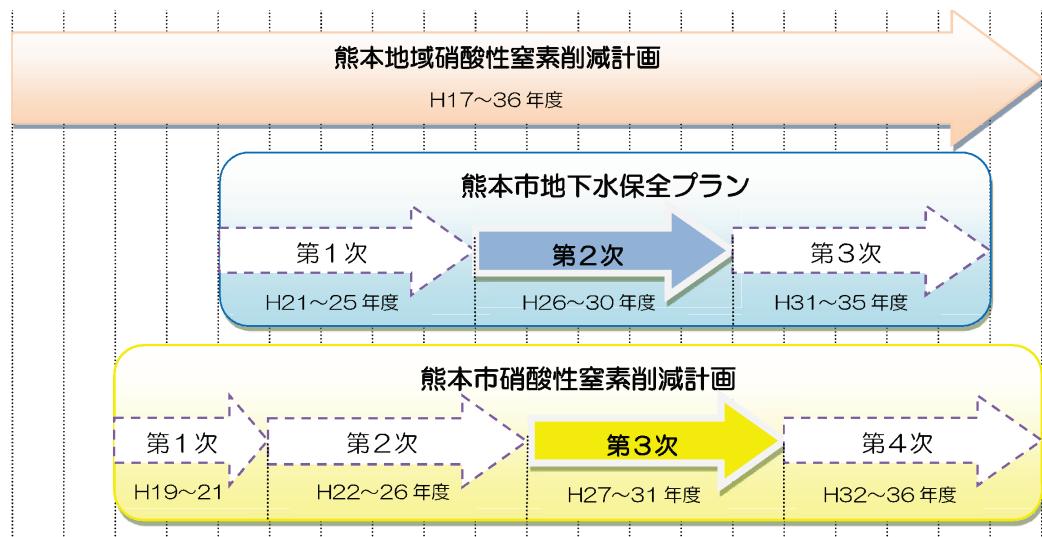


図 3.16 計画の期間

出典：熊本市. 第3次熊本市硝酸性窒素削減計画. 平成27年3月.
https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=1546

硝酸性窒素等削減対策の体系図は図 3.17 に示すとおりである。対策分野ごとに取組内容を定め、その取組の指標と目標値を定めている。また、対策を推進するために、具体的な施策については表 3.15 のとおり各関係機関が連携して実施している。

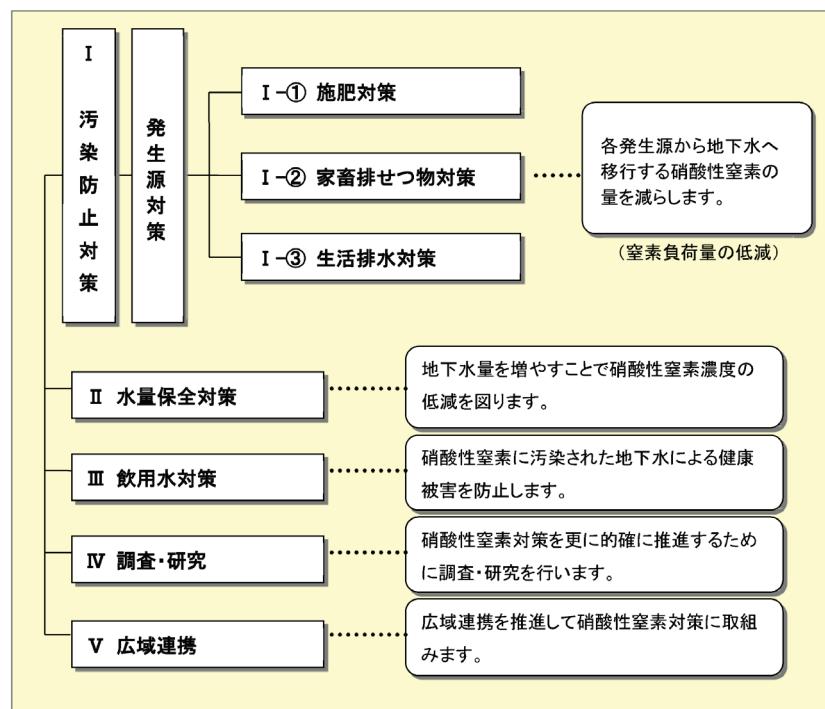


図 3.17 硝酸性窒素等削減対策の体系図

注：図中の硝酸性窒素は硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素のこと
 出典：熊本市. 第3次熊本市硝酸性窒素削減計画. 平成27年3月.
https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=1546

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

表 3.15 第 3 次計画施策の実施主体

対策		具体的施策	実施主体（熊本市）
I 汚染防止対策 (発生源対策)	①施肥対策	1 土づくり及び適正施肥の推進	農業関係団体と協力し、土壤分析・土づくり検討会を実施。
		2 環境保全型農業の推進	農業関係者と協力し、施肥による硝酸性窒素等負荷量の高い地域（北西部・北部地域）において、化学肥料に替わる堆きゅう肥の広域流通を促進。
			施肥による硝酸性窒素等負荷量の高い地域（北西部・北部地域）では市で実施する土壤分析費用を免除。
			試験研究成果や実証結果等を基に収量及び品質を維持しながら有機率の高い肥料を施用する環境にやさしい施肥基準の検討・策定を行う。
			生産部会単位での土壤分析を実施し、各個人の分析データを基に適正施肥を指導。
			市民に対して環境保全に配慮した農作物の認知度向上のための PR を実施。
	②家畜排せつ物対策	1 家畜排せつ物の処理の適正化	各畜産農家を訪問し、家畜排せつ物の処理状況を確認し、適正処理の指導を実施。
		2 良質堆肥の流通の拡大	畜産農家に対し、良質堆肥生産のための堆肥共励会への参加を働きかけるとともに堆肥生産技術情報を提供し、耕種部門に対しては良質堆肥の生産情報を提供。
		3 自給飼料の生産拡大の推進	家畜排せつ物による硝酸性窒素等負荷量の高い地域（東部・北部地域）では市で実施する飼料畑の土壤分析費用を免除。
			各個人の分析データをもとに飼料畑での適正施肥を指導。
II 水質保全対策	③生活排水対策	1 生活排水処理施設の計画的な整備整	公共下水道を整備し、既存の下水道施設の維持管理を実施。
		2 下水道接続の推進	公共下水道の整備区域において、未接続である住宅・事業場等に対し、接続指導を実施。
		3 净化槽の適正な維持管理等の推進	単独処理浄化槽や汲取りトイレから合併処理浄化槽への転換を指導。 高度処理型浄化槽の設置を推進。
			浄化槽の適正な維持管理のため、保守点検業者を対象に研修会を実施。
	1 地下水涵養対策	1 地下水涵養対策	白川中流域の転作田を活用した湛水事業に対し助成を実施。
		2 節水対策	地下水涵養能力の高い台地部の転作田を対象に、新たに水田湛水を実施。
			白川上流域の自治体所有の原野に水源涵養林を整備。
			雨水浸透施設の設置を徹底し、大規模採取者等には地下水涵養対策への取組を促進。
			市民総参加による「節水市民運動」を展開。
III 飲用 水対策	水道事業の対策	水質基準を超える井戸を使用する家庭・事業場等に対して飲用指導を実施。	生活衛生課
		地下水の汚染地区において上水道への切り替えまたは家庭用浄水器の設置を指導。	水運用課 生活衛生課
	IV調査・研究	地下水の水質監視調査を実施。特に東部地域～江津湖周辺、東部地域、北西部地域、北部地域、植木町地域の井戸で詳細な調査を実施。	水保全課
IV調査・研究 V広域連携	環境保全型農業による地下水質への効果を確認する調査を実施。		水保全課
	肉用牛・養豚・養鶏部門の家畜排せつ物の堆肥化及び流通量等の処理の実態を把握するため、農業従事者を対象に調査を実施。		水保全課 農商工連携推進課 各区農業振興課
	広域連携の推進。		水保全課、浄化対策課、農商工連携推進課、生活衛生課、計画調整課、水運用課、各区農業振興課

熊本市 第3次熊本市硝酸性窒素削減計画 平成27年3月. (https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=1546) より作成

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

また、「第3次地下水保全プラン」が策定されており、「恵まれた水資源の保全」という目標を掲げ施策対策ごとの事業メニューを策定している（図3.18、表3.16）。



図3.18 第3次プランの施策体系図

熊本市. 第3次熊本市地下水保全プラン【R2（2020）年度～R6（2024）年度】. 令和2年3月.
(https://www.city.kumamoto.jp/common/UploadFileDsp.aspx?c_id=5&id=27658&sub_id=1&flid=201535)

表 3.16 事業メニュー（地下水及び公共用海域の水質保全）

No.	事業メニュー	第3次プランでの取組
1	公共用海域水質監視	<p>環境基準を達成しない地点又は項目があった場合は、原因を調査し水質の改善を図ります。</p> <p>また、熊本県による生活排水対策重点地域の指定を受け、それに伴い策定する熊本市生活排水対策推進計画を推進し、公共用海域の水質の更なる向上に努めます。</p>
2	地下水質監視	<p>今後も引き続き実施する定点監視調査では、市域の地下水質の継続的な把握に努めます。</p> <p>硝酸性窒素による地下水汚染については、削減対策の効果を確認するために、監視を継続します。</p>
3	化学物質汚染調査	今後も引き続き監視調査を行い、汚染の未然防止及び早期発見に努めます。
4	地下水浄化対策	<p>地下水汚染の状況に応じ浄化対策を行うなど、改善を図ります。</p> <p>また、汚染地区内の地下水質の監視を継続し、改善の効果を確認します。</p> <p>新たに地下水汚染が判明した場合は、周辺の地下水質調査を実施し汚染状況の把握と原因の解明に努めるとともに、必要に応じて速やかに情報を公表し、飲用等による健康被害の防止を図ります。また、浄化措置に関する指導を行うなど適切な対策を講じます。</p>
5	水質汚濁規制	<p>法令に基づく事前審査や立入調査を適切に運用し、土壤及び地下水の汚染を未然に防止します。</p> <p>開発許可や建築確認の申請時に、熊本市地下水質保全対策指針に沿った事前指導を実施し、地下水汚染を未然に防止します。</p>
6	硝酸性窒素削減対策	<p>「熊本市硝酸性窒素削減計画」に基づき、引き続き対策を推進していきます。</p> <p>特に、西区（北西部地域）の果樹農家や北区（北部地域・植木町地域）の施設園芸農家において、土壤分析結果に基づく適正施肥を行う農業者数の拡大を図るための働きかけを強化します。</p> <p>硝酸性窒素削減対策を推進するためには、広域連携を図って施策を実施することが重要であることから、熊本県に対して「熊本地域硝酸性窒素削減計画」に基づく積極的な取組を求めるとともに、熊本地域の各市町村に対しては、それぞれに削減計画を策定することをはじめとして、必要な対策を実施するよう、（公財）くまもと地下水財団と連携し働きかけを強化します。</p>

熊本市. 第3次熊本市地下水保全プラン【R2（2020）年度～R6（2024）年度】. 令和2年3月. (https://www.city.kumamoto.jp/common/UploadFileDsp.aspx?c_id=5&id=27658&sub_id=1&flid=201535) より作成

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

5) 効果検証

熊本市、熊本県及び公益財団法人くまもと地下水財団が共同で、平成 22 年度から平成 24 年度に熊本地域（熊本市を含む 11 市町村）を対象として、地下水の硝酸性窒素等濃度を推計し、将来の濃度推移を予測する地下水解析モデルを構築した。地下水解析モデルを用いて得られた 2045 年の地下水の硝酸性窒素等濃度の将来予測の結果は、図 3.19 のとおりである。この結果から、地下水への硝酸性窒素等負荷量が現在と同様に継続したと仮定した場合、多くの地域で硝酸性窒素等濃度が上昇することがわかった。また、硝酸性窒素等濃度を低減するためには、同じ地下水を共有する熊本地域全体で連携して対策に取り組む必要があることもわかった。

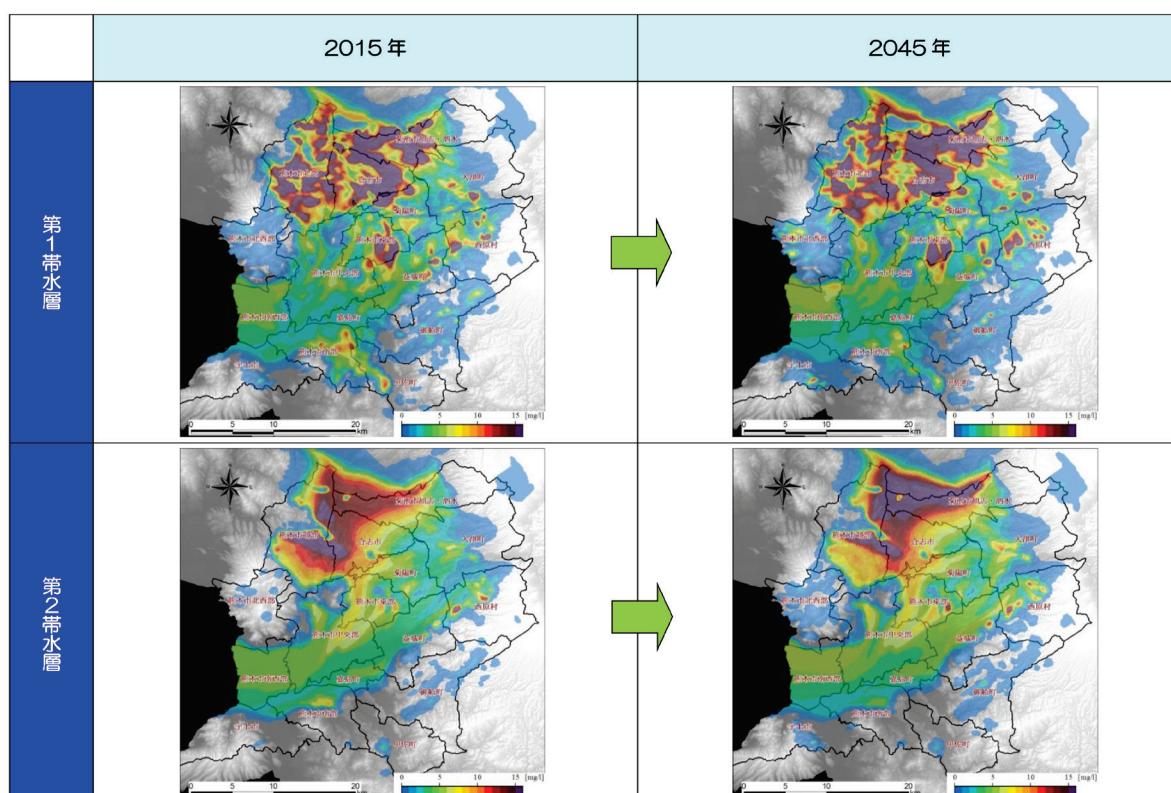


図 3.19 地下水の硝酸性窒素等濃度の将来予測

出典：熊本市、第3次熊本市硝酸性窒素削減計画、平成 27 年 3 月。
(https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=1546)

6) モニタリング

熊本市では、水質汚濁防止法に基づく水質測定計画の調査として市内の各地域の代表地点において広域的な地下水質の動向を把握する調査（定点監視調査）と、未把握の汚染を発見するための調査（新規概況調査）が実施されている。また、過去に硝酸性窒素等による地下水汚染が判明し汚染地区として経年的に汚染状態を把握する調査（汚染地区調査）が実施されている。なお、第3次熊本市硝酸性窒素削減計画では図3.20に示すとおり、調査・研究が推進されている。

硝酸性窒素に関する調査・研究の推進（IV-1）

《基本的な方向・行政の取組み》

- 硝酸性窒素濃度の測定を継続的に実施し、濃度の変動等をとりまとめ、今後の対策に活用します。また、実態把握が十分でない城南町及び植木町においても引き続き概況調査を行います。
- 熊本市の主要な水道水源が存在する東部地域から江津湖周辺にかけて、硝酸性窒素濃度の詳細な季節変動を把握するため、定点において毎月調査を実施します。
- 高濃度の汚染井戸が存在する北西部地域、北部地域、植木町地域において、硝酸性窒素濃度の季節変動を把握するため、より詳細な調査を実施します。
- 環境保全型農業の推進に併せて、農業従事者と連携し圃場の硝酸性窒素濃度の調査を実施し、対策の効果を確認します。
- 肉用牛・養豚・養鶏部門の家畜排せつ物の堆肥化及び流通量等の処理の実態を把握するため、農業従事者を対象にヒアリング調査を実施します。

図3.20 対策の内容

注：図中の硝酸性窒素は硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素のこと

出典：熊本市、第3次熊本市硝酸性窒素削減計画、平成27年3月。

(https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=1546)

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

7) 対策実施後の推移

各地域の硝酸性窒素等濃度の経年変化は図 3.21 に、各地域の硝酸性窒素等濃度の傾向は表 3.17 に示すとおりである。

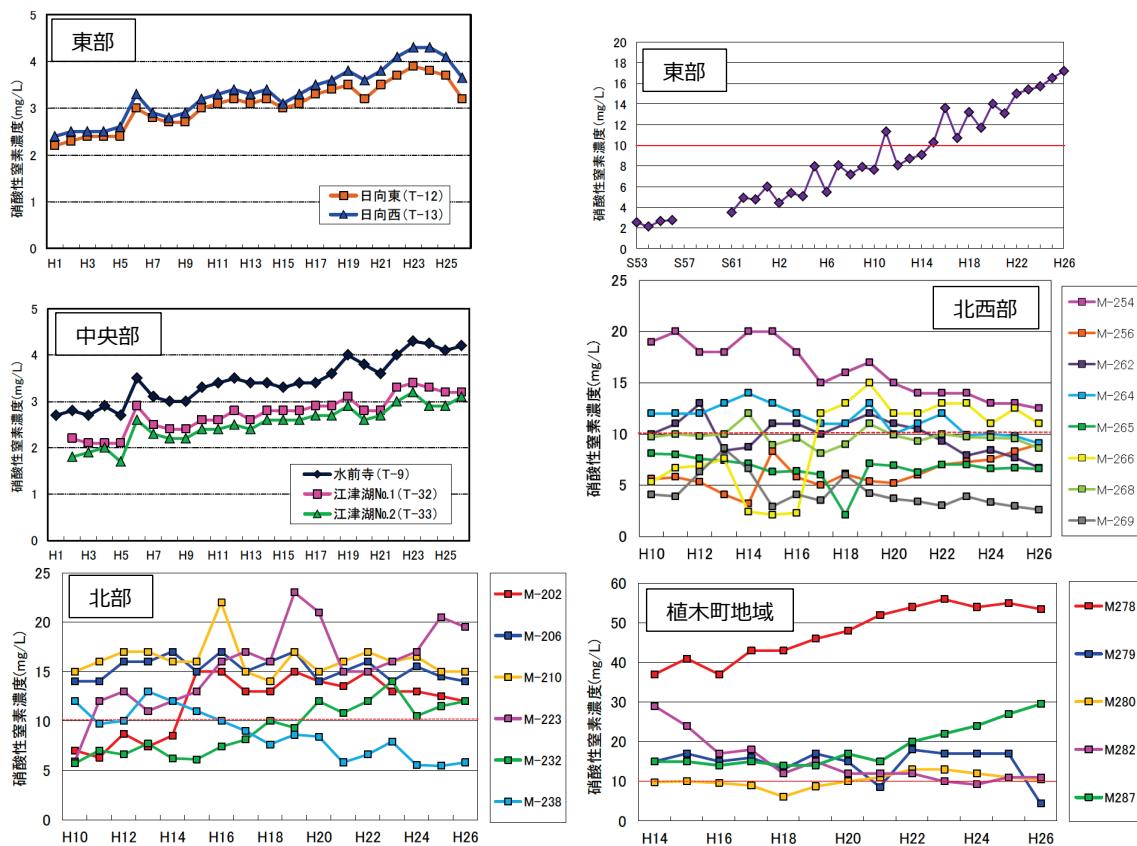


図 3.21 各地域における硝酸性窒素等濃度の経年変化

注：図中の硝酸性窒素は硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素のこと

熊本市. 第3次熊本市硝酸性窒素削減計画. 平成 27 年 3 月.

(https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=1546) より作成

表 3.17 各地域の硝酸性窒素等濃度の傾向

地区	地域	硝酸性窒素等濃度の傾向
東区・中央区	東部地域	長期的な上昇傾向
	中央部地域	環境基準超過はないものの、長期的な上昇傾向
西区	北西部地域	硝酸性窒素等濃度が比較的高濃度であった井戸が減少傾向を示し、その他は概ね横ばい傾向
北区	北部地域	増加傾向、減少傾向、横ばい傾向を示す井戸が混在するが、比較的高い濃度で推移
	植木町地域	増加傾向、減少傾向、横ばい傾向を示す井戸が混在するが、比較的高い濃度で推移
南区	富合町・南西部地域	硝酸性窒素等濃度が低い地域
	城南町	過去に城南町中央では比較的濃度の高い井戸が存在。また、過去に地域の南側の台地部で環境基準を超過する井戸を確認

熊本市. 第3次熊本市硝酸性窒素削減計画. 平成 27 年 3 月. (https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=1546) より作成

(4) 長野県の事例

環境省では硝酸性窒素等対策に関する今後の施策立案に資するため、「硝酸性窒素総合対策モデル事業」を立ち上げ、硝酸性窒素等による地下水汚染が見られる長野県豊丘村をモデル地域として、汚染原因とそれぞれの寄与の把握、地域の実情に応じた実行可能な硝酸性窒素等対策の立案・実施、対策の効果の定量的な予測・評価に必要となる調査を実施することとして平成17年度～19年度の3ヶ年で実施された。

1) 事例の概要

長野県の事例の概要は表3.18に示すとおりである。

表3.18 硝酸性窒素等による地下水汚染への対策事例（長野県）

区分	項目	特徴等	説明
地域	対象地域	長野県豊丘村	
汚染状況	汚染の程度	・環境基準超過（～40 mg/L）	平成17年度時点
	面的広がり	・面的（複数地点）	
	経時的変化	・継続的	
	汚染の傾向	・一	
	負荷発生原因	・農業系	
地下水	地下水利用	・あり	水道水源の約95%が地下水
	流動	・段丘面の地形勾配にあわせ東から西へ流動し、崖近傍の緩み部を介して下位へと流下	
地理	地形	・河岸段丘、沖積低地	
	山地	・伊那山脈	
	河川	・天竜川水系（芦部川、漆沢川、虻川等）	
	湖沼	・一	
	海	・一	
対策	地下水汚染対策等	・対策メニューの整理	
	取組状況	・一	
	体制	・地下水保全対策連絡協議会 (豊丘村、長野県、JAみなみ信州)	

環境省. 平成17年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 長野県豊丘村における硝酸性窒素対策検討調査 報告書. 平成18年3月. (<http://www.env.go.jp/water/report/h18-04/index.html>) を参考に作成

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

2) 汚染の実態

豊丘村での利水対策を推進していく上で課題となる水道水源地下水の硝酸性窒素等の負荷発生原因を解明すべく、平成 15 年 12 月から平成 16 年度にかけ本格的な地下水汚染実態調査が実施された。

本地域の地下水を浅層地下水と深層地下水に分け、従来、浅層地下水のみと考えられていた硝酸性窒素等による地下水汚染が、深層地下水にも及んでいることが示された（図 3.22）。また、家庭井戸調査により、高濃度に汚染されている区域は芦部川と虻川にはさまれた村中心部～東部にあることが明らかになった。供給源として過去に施用された化学・有機質肥料及び堆肥を含めた家畜排せつ物を挙げ、水道水源を脅かす供給源域が村中心東部の段丘であるという汚染メカニズムが示されている（図 3.23）。

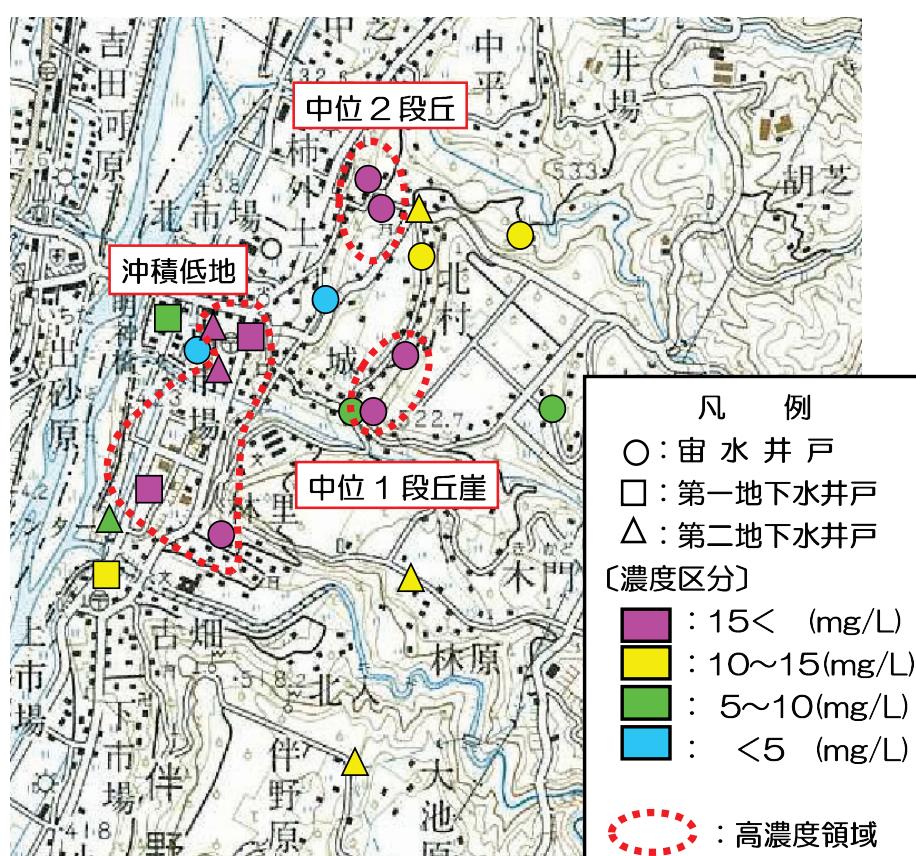


図 3.22 面的硝酸性窒素等分布濃度

出典：環境省. 平成 17 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 長野県豊丘村における硝酸性窒素対策検討調査報告書. 平成 18 年 3 月. (<http://www.env.go.jp/water/report/h18-04/index.html>)

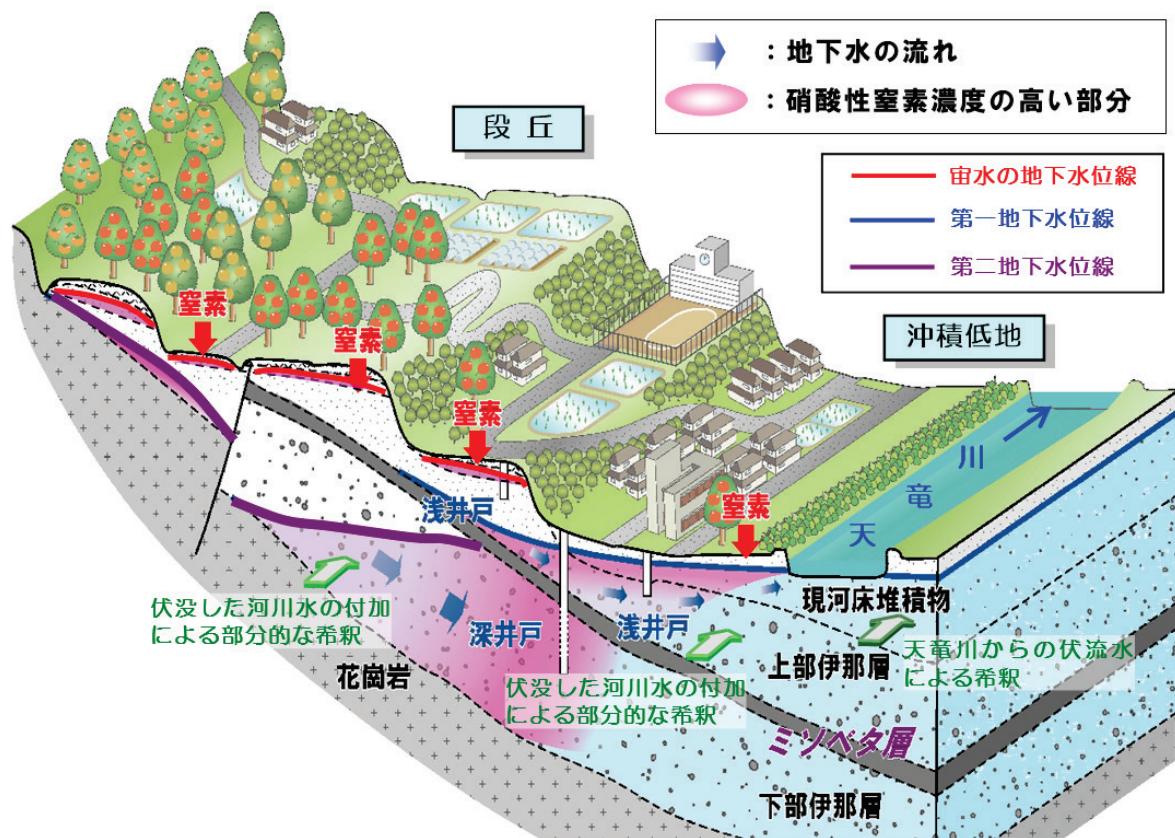


図 3.23 豊丘村の硝酸性窒素等汚染メカニズム

注：図中の硝酸性窒素は硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素のこと

出典：環境省. 平成 19 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 長野県豊丘村における硝酸性窒素対策検討調査
報告書. 平成 20 年 3 月.

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

3) 協議会等

豊丘村、長野県及びJAみなみ信州は、本地域での硝酸性窒素等の削減対策を計画的かつ効果的に講じていくため、平成15年度に「地下水保全対策連絡協議会」を設置している。

4) 計画策定

豊丘村の地下水の硝酸性窒素等供給源は、過去に施用された肥料から溶脱した窒素成分にある。窒素投入量は過去に比べ少なくなっているものの、現在も農用地（特に果樹園）より断続的に溶脱し地下水に付加している。

対策の方向性は、農用地での窒素溶脱を低減させる「減肥対策」と、過去に溶脱し地下水に付加した窒素を清浄な水で希釈する「地下水流动量強化対策」とに大別された。加えて、これらの対策を推進するための方策が「その他の対策」とされている（図3.24）。

目標設定期間としては、当面5年ごととし、対策の効果が明らかとなれば10年ごととするのが適当と考えられた（図3.25）。

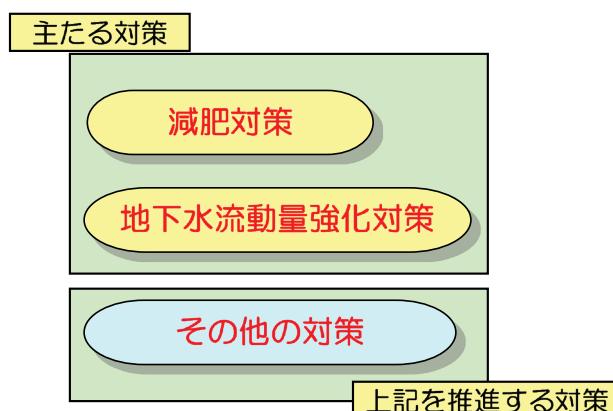


図3.24 対策の大別

出典：環境省. 平成19年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 長野県豊丘村における硝酸性窒素対策検討調査報告書. 平成20年3月.

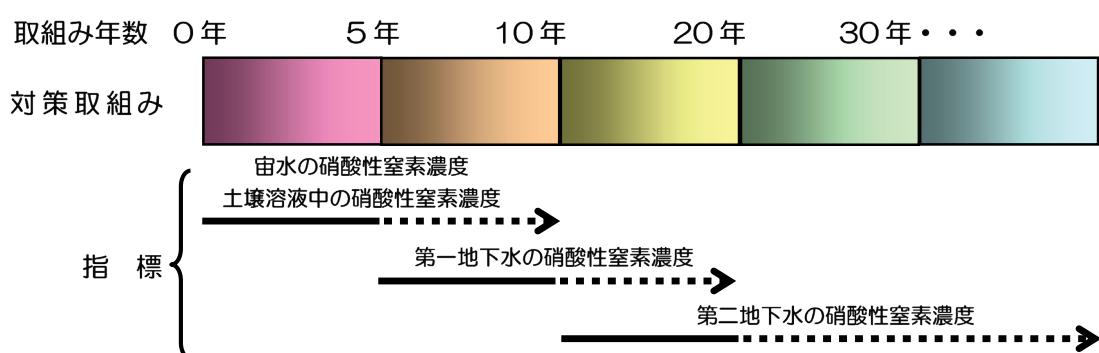


図3.25 対策の期間及び指標のイメージ

注：図中の硝酸性窒素は硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素のこと

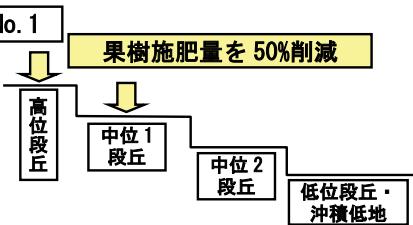
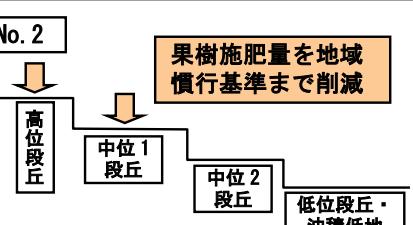
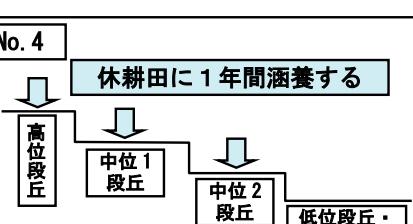
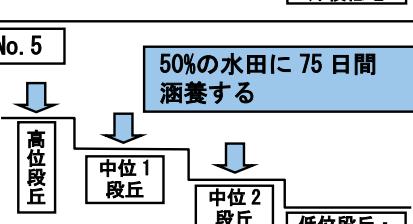
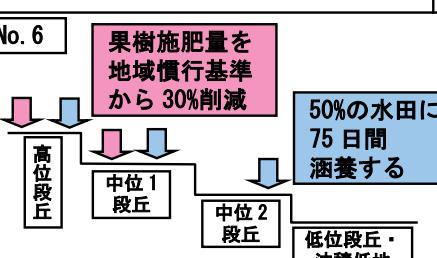
出典：環境省. 平成19年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 長野県豊丘村における硝酸性窒素対策検討調査報告書. 平成20年3月.

5) 効果検証

鉛直二次元断面に任意厚さをもたせた準三次元モデルが構築された。地下水流动解析は MODFLOW、地下水汚染解析は MT3D の解析コードが使用された。対策概念の一覧は表 3.19 に示すとおりである。対策効果の程度が地下水汚染シミュレーションにより計算され、減肥対策のみの場合（対策 No.3）は環境基準 10 mg/L を下回るまでに約 30 年かかるが、減肥対策と地下水流动強化対策を組み合わせた場合（対策 No.6）、約 20 年となり、より短い期間で地下水汚染が改善される可能性があることがわかった（図 3.26、図 3.27）。

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

表 3.19 対策概念一覧

対策(案)概念図	対策(案)概要
 <p>No. 1 果樹施肥量を 50%削減</p> <p>高位段丘 中位1段丘 中位2段丘 低位段丘・沖積低地</p>	<ul style="list-style-type: none"> 現在の果樹の施肥量を 50%削減する。 硝酸性窒素溶脱濃度は半減する。 ただし、地域の基準施肥量より多い。
 <p>No. 2 果樹施肥量を地域慣行基準まで削減</p> <p>高位段丘 中位1段丘 中位2段丘 低位段丘・沖積低地</p>	<ul style="list-style-type: none"> 地域の基準施肥量とすることで、3倍と見込んだ硝酸性窒素溶脱濃度が元の値となる。
 <p>No. 3 果樹施肥量を地域慣行基準から 30%削減</p> <p>高位段丘 中位1段丘 中位2段丘 低位段丘・沖積低地</p>	<ul style="list-style-type: none"> 対策 No.2 からさらに 30%削減する。 硝酸性窒素溶脱濃度が大きく低下する。
 <p>No. 4 休耕田に 1年間涵養する</p> <p>高位段丘 中位1段丘 中位2段丘 低位段丘・沖積低地</p>	<ul style="list-style-type: none"> 現地確認した休耕田(図-6.3.1 参照)の全てに 1年間涵養する。 硝酸性窒素溶脱濃度はあまり低下しないが、涵養高が上昇する。
 <p>No. 5 50%の水田に 75 日間涵養する</p> <p>高位段丘 中位1段丘 中位2段丘 低位段丘・沖積低地</p>	<ul style="list-style-type: none"> 水田(図-6.3.2 参照)の 50%に 75 日間涵養する 硝酸性窒素溶脱濃度はあまり低下しないが、涵養高がより上昇する。
 <p>No. 6 果樹施肥量を地域慣行基準から 30%削減</p> <p>50%の水田に 75 日間涵養する</p> <p>高位段丘 中位1段丘 中位2段丘 低位段丘・沖積低地</p>	<ul style="list-style-type: none"> 減肥対策と地下水流動量強化対策を組み合わせることで硝酸性窒素溶脱濃度が低下し、涵養高も上昇する

注：表中の硝酸性窒素は硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素のこと

出典：環境省. 平成 19 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 長野県豊丘村における硝酸性窒素対策検討調査
報告書. 平成 20 年 3 月.

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

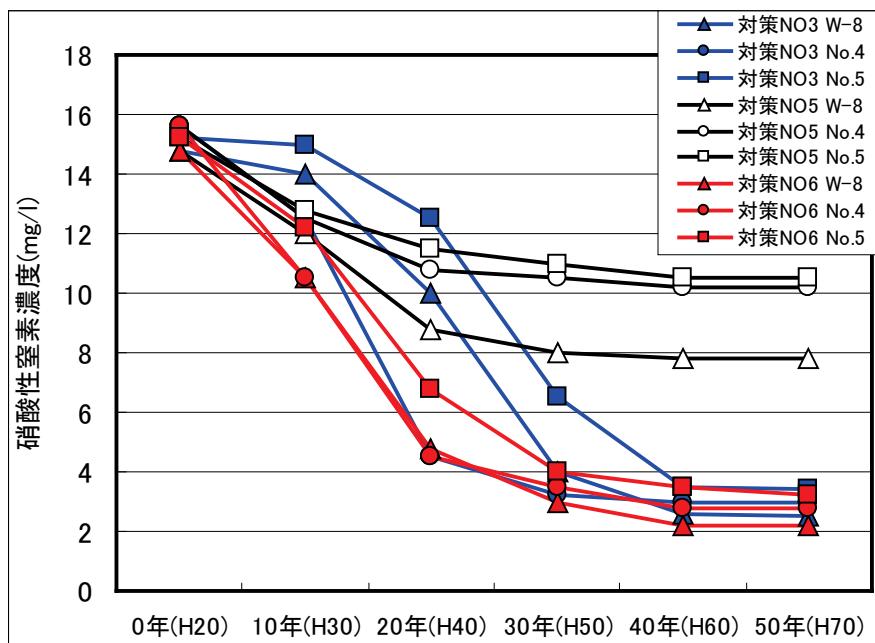


図 3.26 計算結果

注：図中の硝酸性窒素は硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素のこと

出典：環境省. 平成 19 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 長野県豊丘村における硝酸性窒素対策検討調査
報告書. 平成 20 年 3 月.

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

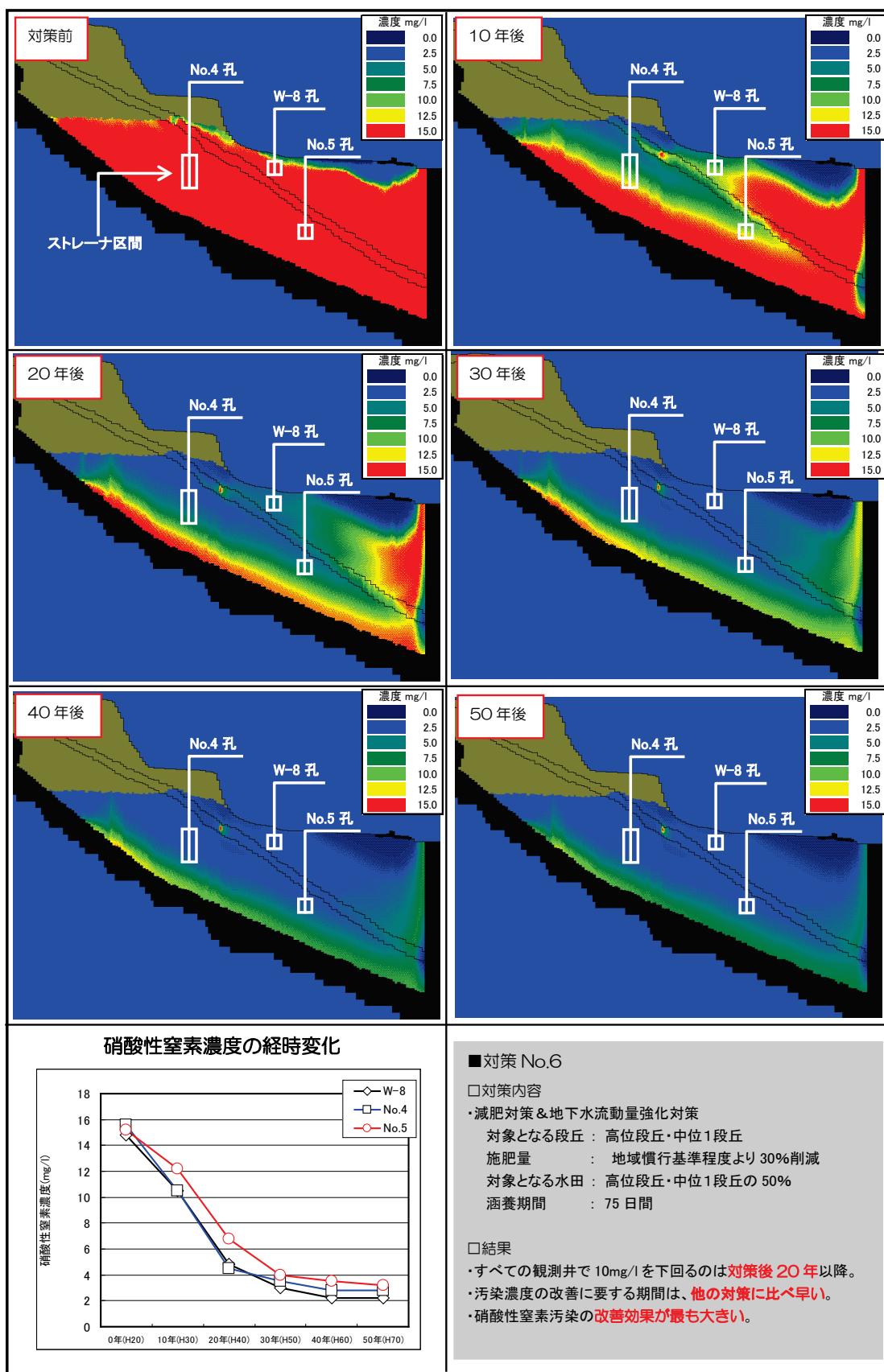


図 3.27 対策 No.6 の計算結果

注：図中の硝酸性窒素は硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素のこと

出典：環境省. 平成 19 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 長野県豊丘村における硝酸性窒素対策検討調査
報告書. 平成 20 年 3 月.

6) モニタリング

調査・検討結果より、対象地の地下水汚染状況をモニタリングするのに適切な箇所、項目、頻度等が整理された（表 3.20、図 3.28）。なお、モニタリング箇所は、汚染が進行している村中心部とし、取水帯水層が明確な井戸を選定するとともに、極力まばらな配置となるよう配慮された。

表 3.20 対策モニタリング井戸一覧（案）

地下水区分	調査箇所	調査時期	調査項目	選定理由	備 考
第一地下水	W-8孔	4回/年	硝酸性窒素濃度 電気伝導度	・代表断面に位置する。 ・硝酸性窒素濃度は10～15mg/lを示し改善効果の把握に有効。	・水栓5分開放後採水 ・村水道水栓併設、採水水栓注意 ・所有者：地元住民
	W-14孔	4回/年	硝酸性窒素濃度 電気伝導度	・10mg/lを超過していない水源井戸。 ・西側への汚染拡大のモニタリング箇所として適当。	・村水道水源（伴野水源）、 ・井戸小屋内のバルブを開放し採水 ・水栓5分開放後採水 ・管理者：豊丘村
	721孔	4回/年	硝酸性窒素濃度 電気伝導度	・代表断面に位置する。5mg/lと低濃度。 ・西側への汚染拡大のモニタリング箇所として適当。	・水栓5分開放後採水、 ・日中、所有者不在がち ・早朝なら在宅 ・所有者：地元住民
第二地下水	No. 4孔	4回/年	硝酸性窒素濃度 電気伝導度・地下水位	・観測井として設置された井戸でデータ蓄積に最適。 ・硝酸性窒素濃度は10～15mg/lを示し、改善効果のモニタリングにも適当。	・採水にペーラー必要 ・採水深度は45m（ストレーナ中央） ・地下水位測定には触針式の水位計を利用する ・管理者：豊丘村
	No. 5孔	4回/年	硝酸性窒素濃度 電気伝導度・湧出量	・同上	・容器にて毎分の湧出量を測定 ・管理者：豊丘村
	W-12(深)孔	4回/年	硝酸性窒素濃度 電気伝導度・湧出量	・南側の代表井戸として選定。 ・硝酸性窒素濃度は5～10mg/lを示し、汚染の広がりを監視できる。	・浄化センター内 ・容器にて毎分の湧出量を測定 ・管理者：豊丘村
宙 水	888(縦)孔	4回/年	硝酸性窒素濃度 電気伝導度・地下水位	・中位2段丘をモニタリングするのに最適な箇所。 ・硝酸性窒素濃度は5～10mg/lと汚染拡大の監視としても利用可。	・採水にペーラー必要 ・採水深度は湛水深の中央付近とする ・所有者：地元住民
	909孔	4回/年	硝酸性窒素濃度 電気伝導度・湧出量	・最も窒素溶脱量が多い中位2段丘の直下に位置する井戸。 ・硝酸性窒素濃度も15mg/lを越え、改善効果のモニタリングに最適。	・湧出水の貯水タンクより出る流量を測定 ・容器にて毎分の湧出量を測定 ・所有者：地元住民
上水道水源	田村水源	4回/年	硝酸性窒素濃度 電気伝導度・取水量	・代表断面に位置する。 ・硝酸性窒素濃度は7mg/l前後と汚染拡大の監視としても利用可。	・原水を測定 ・所有者：豊丘村
	林水源	4回/年	硝酸性窒素濃度 電気伝導度・取水量	・硝酸性窒素濃度は10mg/lを超過しつつある。 ・改善効果のモニタリングに適当。	・原水を測定 ・所有者：豊丘村

注：図中の硝酸性窒素は硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素のこと

出典：環境省. 平成 19 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 長野県豊丘村における硝酸性窒素対策検討調査

報告書. 平成 20 年 3 月.

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

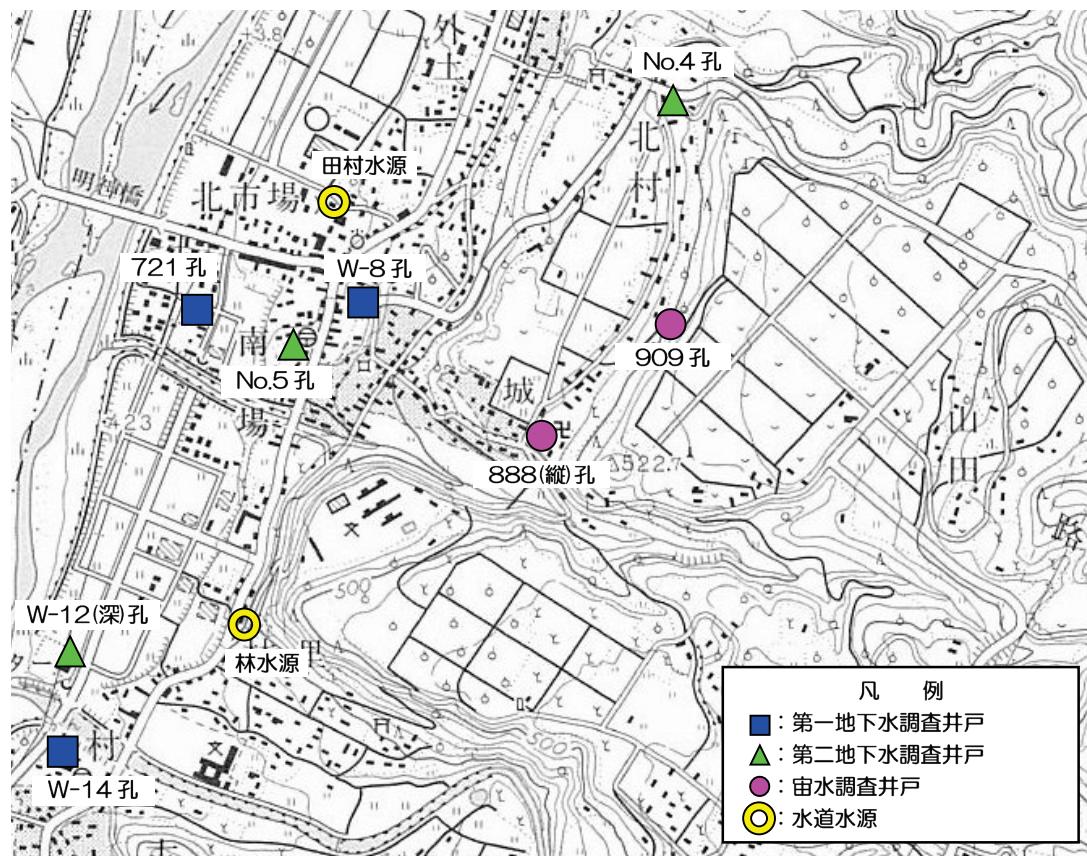


図 3.28 対策モニタリング井戸位置 (案)

出典：環境省. 平成 19 年度 硝酸性窒素総合対策モデル事業 長野県豊丘村における硝酸性窒素対策検討調査報告書. 平成 20 年 3 月.

7) 対策実施後の推移

硝酸性窒素等対策による状況と水田等を利用した地下水涵養による希釈効果の可能性を検討するため、豊丘村の浅層地下水と深層地下水の硝酸性窒素等と地下水位のモニタリングが2004年10月から行われている。モニタリング地点は図3.29に、硝酸性窒素等濃度の推移は図3.30に示すとおりである。2008年までの結果では、硝酸性窒素等濃度は全体的に横ばいで推移し、夏季に低く冬季に高くなる季節変動が見られた。

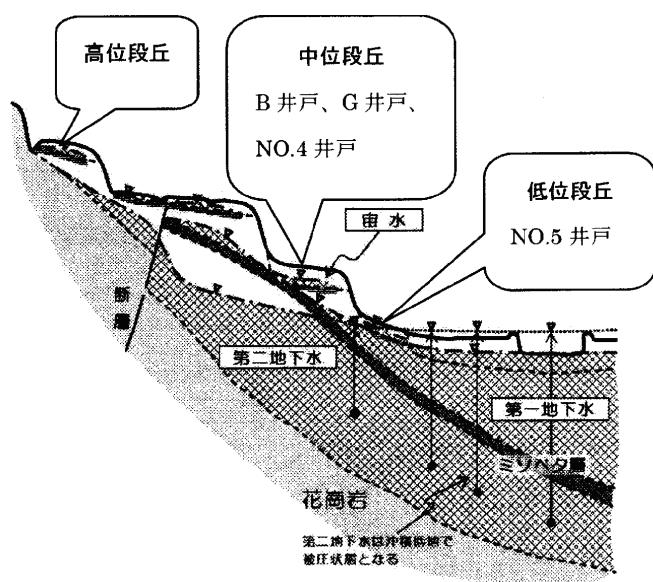


図3.29 モニタリング地点の概念図

出典：堀 順一，渡辺 哲子，樋口 澄男，佐々木 一敏. 豊丘村の地下水の水位と硝酸性窒素濃度. 第36回長野県環境科学研究発表会講演要旨集. 2009, p11-12.

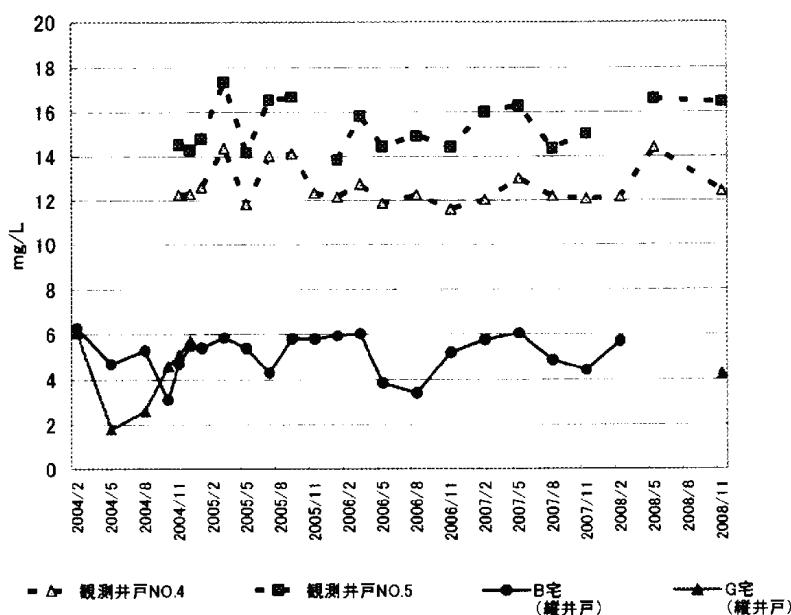


図3.30 硝酸性窒素等濃度の推移

出典：堀 順一，渡辺 哲子，樋口 澄男，佐々木 一敏. 豊丘村の地下水の水位と硝酸性窒素濃度. 第36回長野県環境科学研究発表会講演要旨集. 2009, p11-12.

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

また、長野県の継続監視調査による地下水の水質調査では平成 21 年から豊丘村神稻において硝酸性窒素等の調査が行われており、横ばいもしくは減少傾向となっている（図 3.31）。

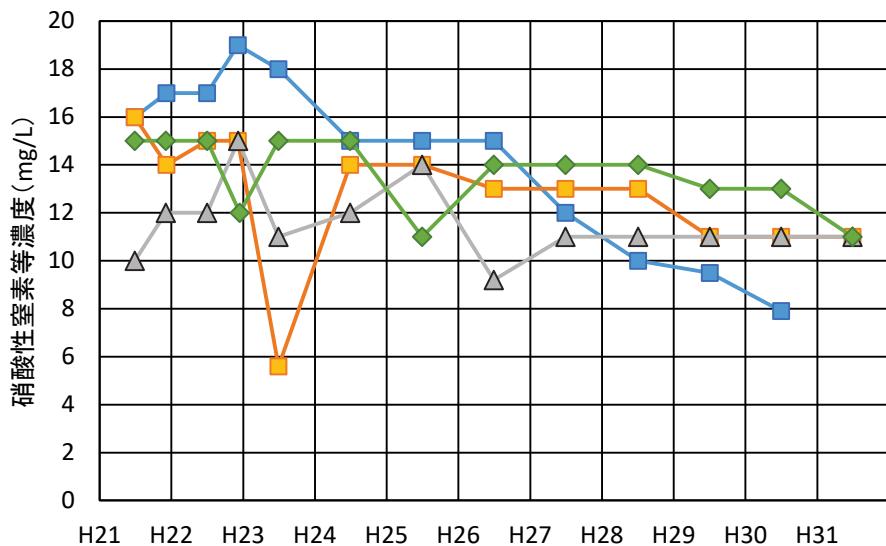


図 3.31 豊丘村の硝酸性窒素等の濃度の推移

長野県 HP. 水質測定結果.

(<https://www.pref.nagano.lg.jp/mizutaiki/kurashi/shizen/suishitsu/chikasui/index.html> 及び <https://www.pref.nagano.lg.jp/mizutaiki/kurashi/shizen/suishitsu/kasen/index.html>) より作成

(5) 岐阜県各務原市の事例

岐阜県各務原市では 1970 年代に、市内東部の畑作地帯で高濃度の硝酸性窒素を含有する地下水が見つかった。市では、当時から上水道の水源をすべて地下水に依存している。汚染地は水道水源から離れていたために直接の影響はなかったが、近い将来、水道水源井に影響が及ぶことも懸念された。

1) 事例の概要

岐阜県各務原市の事例の概要は表 3.21 に示すとおりである。

表 3.21 硝酸性窒素等による地下水汚染への対策事例（岐阜県各務原市）

区分	項目	特徴等	説明
地域	対象地域	岐阜県各務原市	
汚染状況	汚染の程度	・ 環境基準超過	
	面的広がり	・ 面的（複数地点）	
	経時的变化	・ 継続的	
	汚染の傾向	・ 減少傾向	
	負荷発生原因	・ 農業系	
地下水	地下水利用	・ あり	水源のすべてが地下水
	流動	・ 東部から中西部	
地理	地形	・ 台地、平野、丘陵地	
	山地	・ 美濃山地	
	河川	・ 木曽川、境川	
	湖沼	・ 一	
	海	・ 一	
対策	地下水汚染対策等	・ 全域の水質モニタリング調査 ・ 地下水位のモニタリング調査 ・ ボーリング等による帶水層の構造解明調査 ・ 地下水かん養源調査 ・ 汚染の将来予測に関するシミュレーション、など	
	取組状況	・ 減肥による汚染対策	
	体制	・ 各務原地下水研究会（岐阜県、各務原市、専門家、民間会社）	

各務原市. 各務原市水道ビジョン～緑の都市をささえる命の水～ 快適な水を供給する水道システムの強化と更新（概要版）. 平成 23 年 3 月. (http://www.city.kakamigahara.lg.jp/dbps_data/_material/_files/000/000/001/779/gaiyouban.pdf)、環境省. 硝酸性窒素による地下水汚染対策事例集. 平成 16 年 7 月. (http://www.env.go.jp/water/chikasui_jiban/booklet200407_02.pdf) を参考に作成

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

2) 汚染の実態

各務原市では 1971 年～1973 年頃に市の北東部や北西部で大規模住宅団地開発が行われた。これにより水道使用量が急速に増加し、市は上水道の拡張事業を急いで進めた。市の上水道水源はすべて地下水によってまかなわれており、その取水箇所は、市の西側地区に集中していた。大規模住宅団地開発の進む東側地区にも水源を設置し給水する計画が作られ、1974 年には水源井戸の掘削が始まられたが、掘削した井戸から汲み上げられた地下水には、上水道の飲料適否基準の 10 mg/L を遙かに超える 27.5 mg/L の硝酸性窒素が検出された（図 3.32、図 3.33）。

市では市内全域の井戸分布を把握するための現地調査を行い、440 の井戸を確認した結果、市東部の広範囲で高濃度となっていることが判明した。さらに、1979 年に大学を主体とする研究グループの成果報告が行われ、「各務原市東部の硝酸性窒素による地下水汚染の主な原因是、市の基幹農業であるニンジン栽培への過剰施肥である」との報告がなされた。

農業関係者の中にはこの報告に懐疑的な見方をされる人もいたが、その後の研究成果を踏まえた 1986 年の報告で「表層土壤中で、肥料の成分が硝酸性窒素になる可能性が高いこと、畑作土壤中の硝酸蓄積状況から、硝酸の地下水への溶脱のメカニズムが明らかにされる」に至り、過剰施肥が主因である事が明確に検証されることとなった。

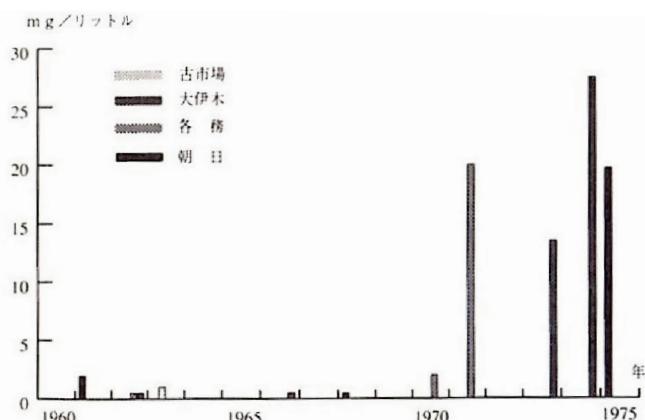


図 3.32 各務原市旧水道水源の硝酸性窒素濃度

出典：各務原地下水研究会. よみがえる地下水—自然史と地下水.

横山 卓雄・田中 雄三編, 京都自然史研究所, 1994, p8.

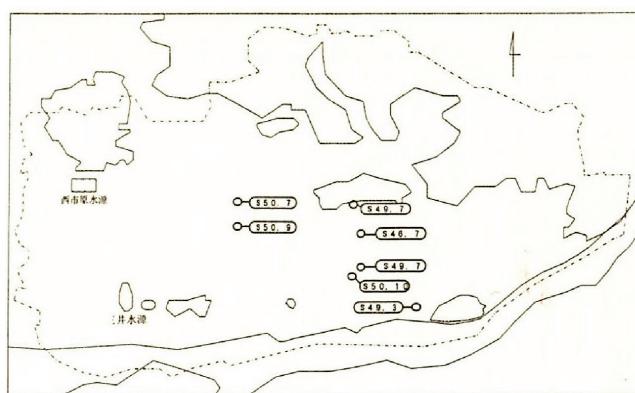


図 3.33 地下水中の硝酸性窒素濃度が 10 mg/L に達した年月

出典：各務原地下水研究会. よみがえる地下水—自然史と地下水.

横山 卓雄・田中 雄三編, 京都自然史研究所, 1994, p14.

3) 協議会等

1986 年、県、市、専門家、民間会社で構成される各務原市地下水専門調査連絡委員会（のちの各務原地下水研究会）が発足された。ここでは、地下水汚染の将来予測、その具体的な対策の提案とその実施が基本目標とされ、さらに詳しい地下地質構造の解明・帶水層の水理条件・地下水の流動・地下水涵養に関する調査、汚染物質の垂直濃度や拡散に関する調査、肥料成分に関する調査、窒素肥料の施肥改善に関する調査、地下水汚染の将来予測に関するシミュレーション調査等が精力的に行われた。

4) 効果検証

地下水質シミュレーションが実施された。このモデルの基本は、不透地下水帯水層での汚染物質の移動に関する二次元平面方程式で拡散流による物質の移動と物質の収支である。この式をガレーキン有限要素法で離散化し汚染物質の濃度の数値解析が行われた。

現状のままのニンジン栽培が行われた場合と減肥が行われた場合の計算が行われ、現状のまま推移すれば水道水源への汚染のおそれがあり、30%の減肥を行えば汚染は減少することが示された（図 3.34）。このシミュレーションは減肥に対する期待を高め、地下水汚染を防止しながらニンジン農業を行う方向の見通しを立てることになった。

また、1990 年から行われた実証実験では、これまでニンジン栽培には 10 アール当たり 28~30 kg と多くの窒素を使用していたが、その量を 12 kg に減らしても収穫が上がることが確認された。

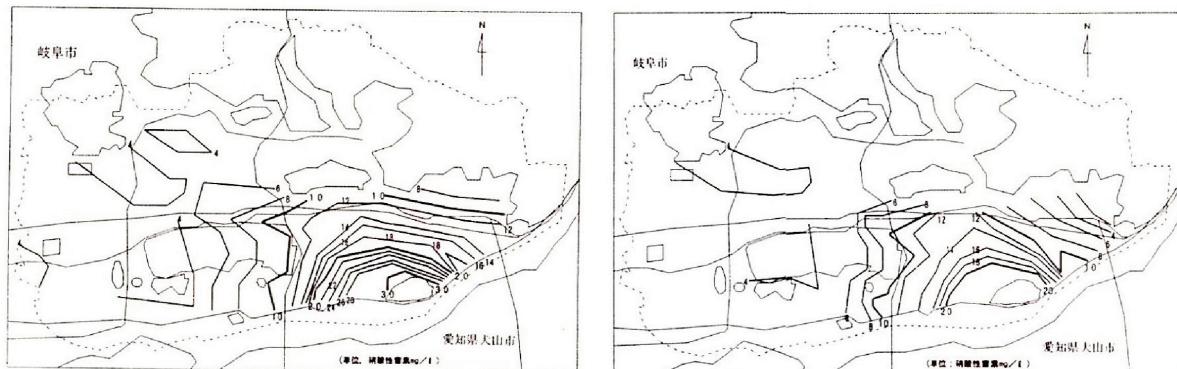


図 3.34 地下水汚染予測シミュレーションの結果

（左：ニンジン栽培が続いた場合の 20 年後、右：減肥を行った場合の 20 年後）

出典：各務原地下水研究会. よみがえる地下水—自然史と地下水.

横山 卓雄・田中 雄三編, 京都自然史研究所, 1994, p106-107.

5) 対策実施後の推移

平成元年から本格的な減肥が始まり、平成 6 年頃には、汚染がもっとも顕著であった畑作地帯では汚染の軽減傾向が認められるようになった（図 3.35）。

また、岐阜県の定期モニタリングによる地下水の水質調査では平成 16 年から各務原市鵜沼において硝酸性窒素等の調査が行われており、減少傾向となっている（図 3.36）。

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

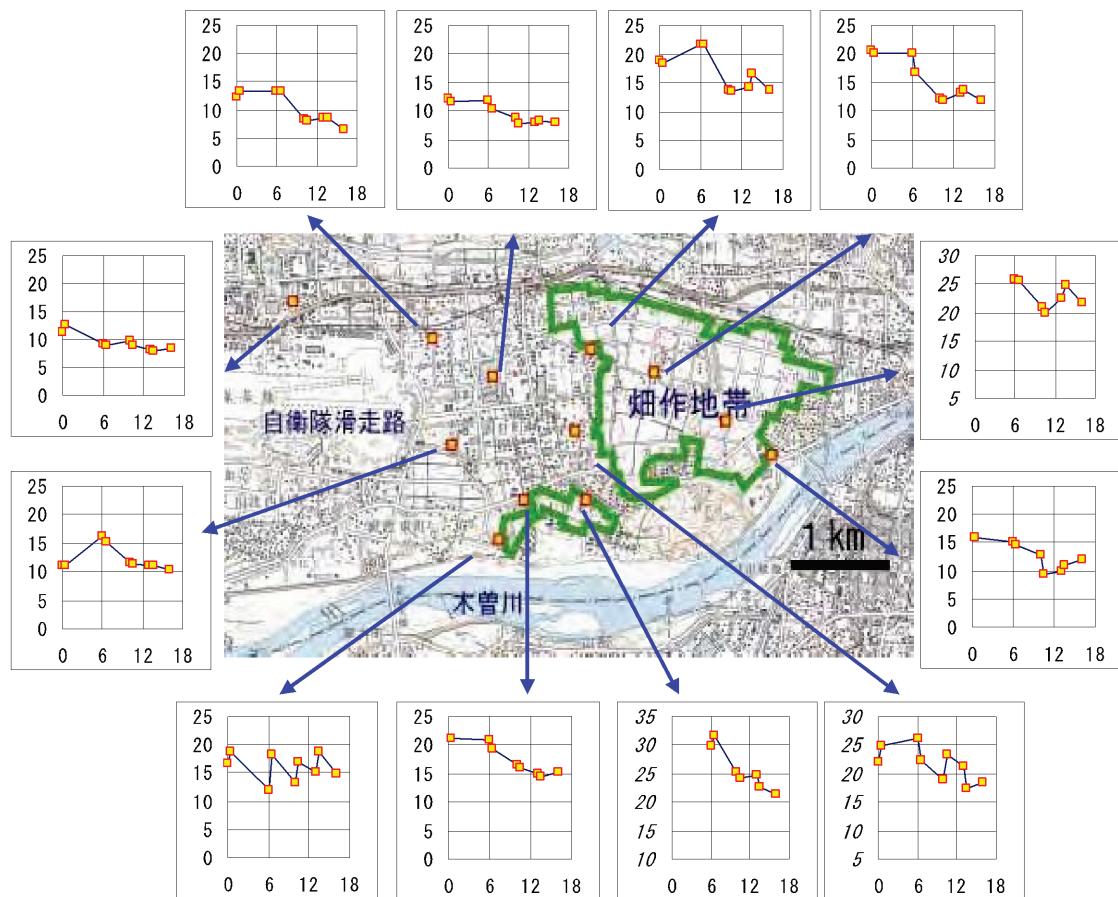


図 3.35 各務原市東部の畑作地帯周辺の硝酸性窒素等濃度の推移

(縦軸は硝酸性窒素等濃度 mg/L、横軸は昭和 59 年 7 月を基点の 0 とする経過年数を示す。)

出典：環境省. 硝酸性窒素による地下水汚染対策事例集. 平成 16 年 7 月.

(http://www.env.go.jp/water/chikasui_jiban/booklet200407_02.pdf)

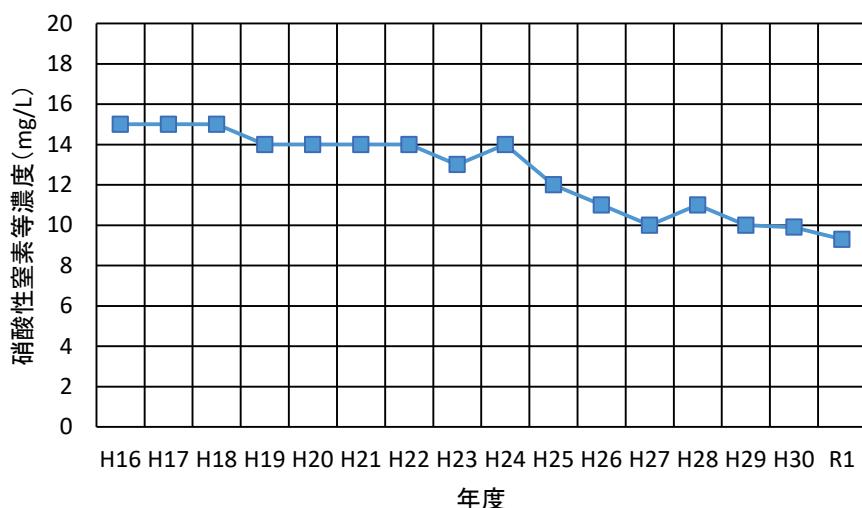


図 3.36 各務原市の硝酸性窒素等の濃度の推移

岐阜県 HP. 水質調査結果（地下水）. (https://www.pref.gifu.lg.jp/kurashi/kankyo/kankyo-hozan/c11264/index_4881.html) より作成（平成 16 年度～平成 18 年度は詳細な井戸情報はなかったが、定期モニタリングであることと地名より平成 19 年度以降のモニタリング井戸と同一の井戸であると判断した。）

(6) 山形県の事例

水質汚濁防止法に基づき地下水の測定計画を作成し、地下水の水質汚濁の状況を常時監視しているが、その結果、東根市神町・天童市川原子地区において、平成 12 年度及び平成 14 年度に硝酸性窒素等による地下水汚染が確認された。

1) 事例の概要

山形県の事例の概要は表 3.22 に示すとおりである。

表 3.22 硝酸性窒素等による地下水汚染への対策事例（山形県）

区分	項目	特徴等	説明
地域	対象地域	山形県東根市、天童市	東根市高崎地区、東郷地区、若木地区、神町地区、大富地区、天童市山口地区
汚染状況	汚染の程度	・ 環境基準超過 (~20 mg/L)	平成 22 年度以降は環境基準達成
	面的広がり	・ 面的（複数地点）	
	経時的変化	・ 繼続的	
	汚染の傾向	・ 減少傾向	
	負荷発生原因	・ 農業系、生活排水系、畜産系	
地下水	地下水利用	・ 飲用に井戸水の使用なし	
	流動	・ 亂川扇状地の扇頂部から最上川右岸の先端部地域まで流下	
地理	地形	・ 扇状地	
	山地	・ 奥羽山脈	
	河川	・ 最上川、村山野川、乱川	
	湖沼	・ 一	
	海	・ 一	
対策	地下水汚染対策等	・ 硝酸性窒素削減対策計画	
	取組状況	・ 窒素負荷量の削減、指導・啓発により、環境基準を達成	
	体制	・ 硝酸性窒素対策連絡調整会議 (山形県、東根市、天童市、JA)	

硝酸性窒素対策連絡調整会議、硝酸性窒素削減対策計画、平成 17 年 3 月、(https://www.env.go.jp/water/chikasui/no3_project/attach/yamagata_1.pdf)、沼澤 聰明、山形県内の地下水窒素汚染対策の事例について、第 11 回もがみがわ水環境発表会講演要旨集、2015、(http://www2.mogamigawa.gr.jp/mizukankyo/11_mizukankyo_hokoku/?action=common_download_main&upload_id=5662) を参考に作成

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

2) 汚染の実態

平成 12 年度に実施した地下水調査では No. 7 地点、平成 14 年度の調査では No. 2 地点において、硝酸性窒素等が環境基準（10 mg/L 以下）を超える濃度で検出され、地下水汚染が判明した（図 3.37）。

平成 12 年度～平成 14 年度にかけて、「汚染判明地点周辺の地下水質調査」により汚染範囲を明らかにするとともに、「各種データ・資料等の収集・解析調査」により汚染原因の特定が行われた。これらの結果から、硝酸性窒素等による地下水汚染が扇状地中流部から下流部の広範囲にわたって広がっていること、汚染原因が施肥や生活排水、家畜排せつ物等による複合的なものであることがわかった（表 3.23）。

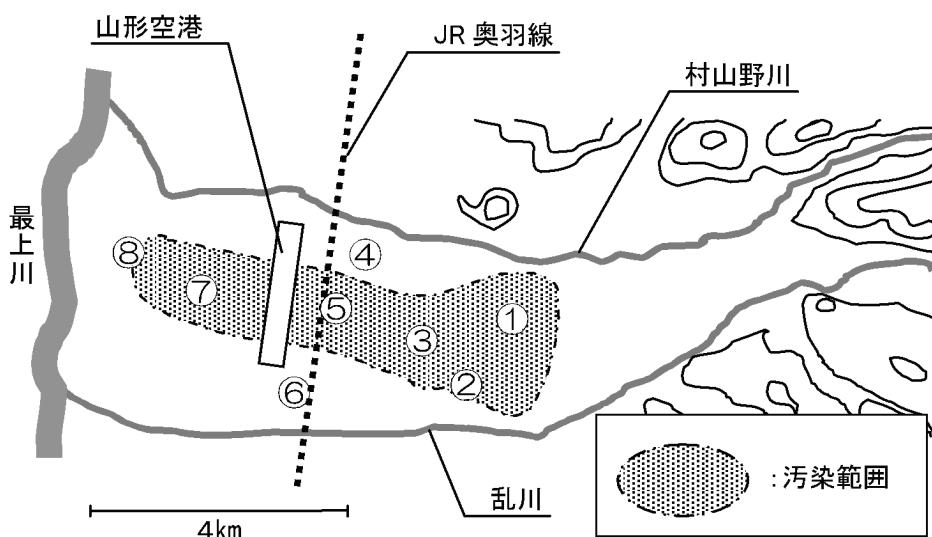


図 3.37 対象地域概略図

出典：沼澤 聰明. 山形県内の地下水窒素汚染対策の事例について. 第 11 回もがみがわ水環境発表会講演要旨集. 2015, 図-1. (http://www2.mogamigawa.gr.jp/mizukankyo/11_mizukankyo-hokoku/?action=common_download_main&upload_id=5662)

表 3.23 各汚染原因の窒素負荷量・寄与率

項目	窒素負荷量※ (t-N/年)	寄与率(%)
施肥	32.7	41.6
生活排水	30.1	38.3
畜産排せつ物	2.8	3.6
自然由来	12.9	16.5
合計	78.5	100.0

※ 窒素負荷量
=(作付面積、人口、頭数 等) × 原単位 × 溶脱率

出典：沼澤 聰明. 山形県内の地下水窒素汚染対策の事例について. 第 11 回もがみがわ水環境発表会講演要旨集. 2015, 表-1. (http://www2.mogamigawa.gr.jp/mizukankyo/11_mizukankyo-hokoku/?action=common_download_main&upload_id=5662)

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

3) 協議会等

平成 14 年に山形県、東根市、天童市、JA からなる「硝酸性窒素対策連絡調整会議」が設置された（図 3.38）。

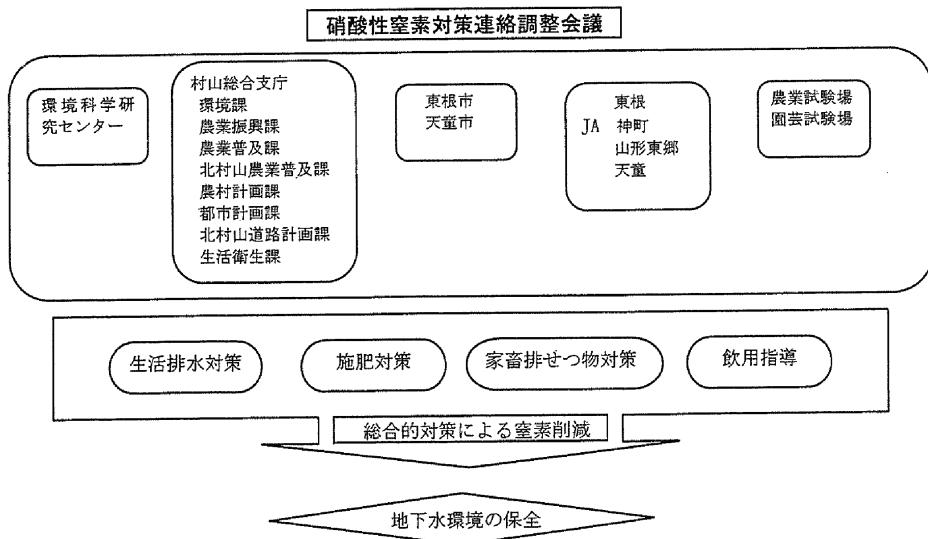


図 3.38 推進体制

出典：硝酸性窒素対策連絡調整会議. 硝酸性窒素削減対策計画. 平成 17 年 3 月.
(https://www.env.go.jp/water/chikasui/no3_project/attach/yamagata_1.pdf)

4) 計画策定

平成 17 年に「硝酸性窒素削減対策計画」が策定された。計画の概要は表 3.24 に示すとおりである。

表 3.24 計画の概要

項目	内容
目標	対策対象地域内の観測井戸における硝酸性窒素等の濃度について「地下水の水質環境基準（10 mg/L 以下）」を達成
供給源ごとの対策	① 施肥対策：適正施肥の実施、エコファーマーの認定の推進等 ② 生活排水対策：公共下水道への接続、単独処理浄化槽から合併処理浄化槽への切り替え ③ 家畜排せつ物対策：不適正処理の解消、資源循環型畜産の推進
対策効果のモニタリング	① 施肥量：施肥基準の遵守状況・施肥量の削減状況等の把握 ② 生活排水処理：生活排水処理施設の整備進捗状況等の把握 ③ 家畜排せつ物適正処理：飼育頭数・家畜排せつ物処理状況等の把握 ④ 地下水質：8 地点の観測井戸における硝酸性窒素等の濃度推移の把握
推進体制	地域住民、事業者、関係自治体、県の各主体がそれぞれの果たすべき役割を分担し、連携協力しながら、負荷削減に向けた総合的な対策を推進

沼澤 聰明. 山形県内の地下水窒素汚染対策の事例について. 第 11 回もがみがわ水環境発表会講演要旨集. 2015, 5 章. (http://www2.mogamigawa.gr.jp/mizukankyo/11_mizukankyo_hokoku/?action=common_download_main&upload_id=5662) より作成

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

5) モニタリング

対策の実施後は供給源ごとの対策の実施状況等を継続的に把握し、対策の進捗状況を確認している。モニタリング内容は表 3.25 に示すとおりである。

表 3.25 モニタリング内容

項目	内容
地下水質	地下水質の状況は、水質汚濁防止法に基づく水質測定計画による「定期モニタリング調査」等により、観測井戸における地下水中の硝酸性窒素等濃度からその推移を把握する。
施肥量	農家を対象にしたトレーサビリティ事業を活用し、施肥状況を把握する。この調査結果から、対象地域における年間の施肥量を算出し、施肥基準の遵守状況と施肥量の削減状況等を把握する。
生活排水処理	生活排水処理施設の整備の進捗状況及び公共下水道等への加入状況から生活排水処理率を算出し、窒素削減状況の把握を行う。
家畜排せつ物 適正処理	畜産農家を対象にした飼育頭数、家畜ふん尿の処理状況等の調査を行い、家畜排せつ物の不適正処理状況等を把握する。

硝酸性窒素対策連絡調整会議、硝酸性窒素削減対策計画、平成 17 年 3 月、(https://www.env.go.jp/water/chikasui/no3_project/attach/yamagata_1.pdf) より作成

6) 対策実施後の推移

窒素供給源ごとの対策前後における窒素負荷量の比較は表 3.26 に示すとおりである。供給源ごとの負荷量についてもそれぞれ着実に削減が図られている。

汚染判明当時に環境基準を超過していた井戸も、対策開始後から徐々に濃度が減少し、平成 22 年度以降は全ての井戸において環境基準を達成している（図 3.39）。硝酸性窒素等による地下水汚染の判明から 10 年以上の年月をかけて、負荷削減に向けた総合的な取組を継続的に推進した結果、対象地域の窒素負荷量は減少し、地下水質の改善につなげることができた。

表 3.26 対策前後における窒素負荷量の比較

	窒素負荷量(t-N/年)		削減量 (t-N/年)	削減率 (%)
	H14 年度	H25 年度		
施肥	32.7	27.0	5.7	17
生活排水	30.1	19.1	10.9	36
畜産排せつ物	2.8	1.4	1.4	50
自然由来	12.9	12.1	(0.9)	(7)
計	78.5	59.6	18.9	24

出典：沼澤 聰明、山形県内の地下水窒素汚染対策の事例について、第 11 回もがみがわ水環境発表会講演要旨集、2015、表-2、(http://www2.mogamigawa.gr.jp/mizukankyo/11_mizukankyo_hokoku/?action=common_download_main&upload_id=5662)

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

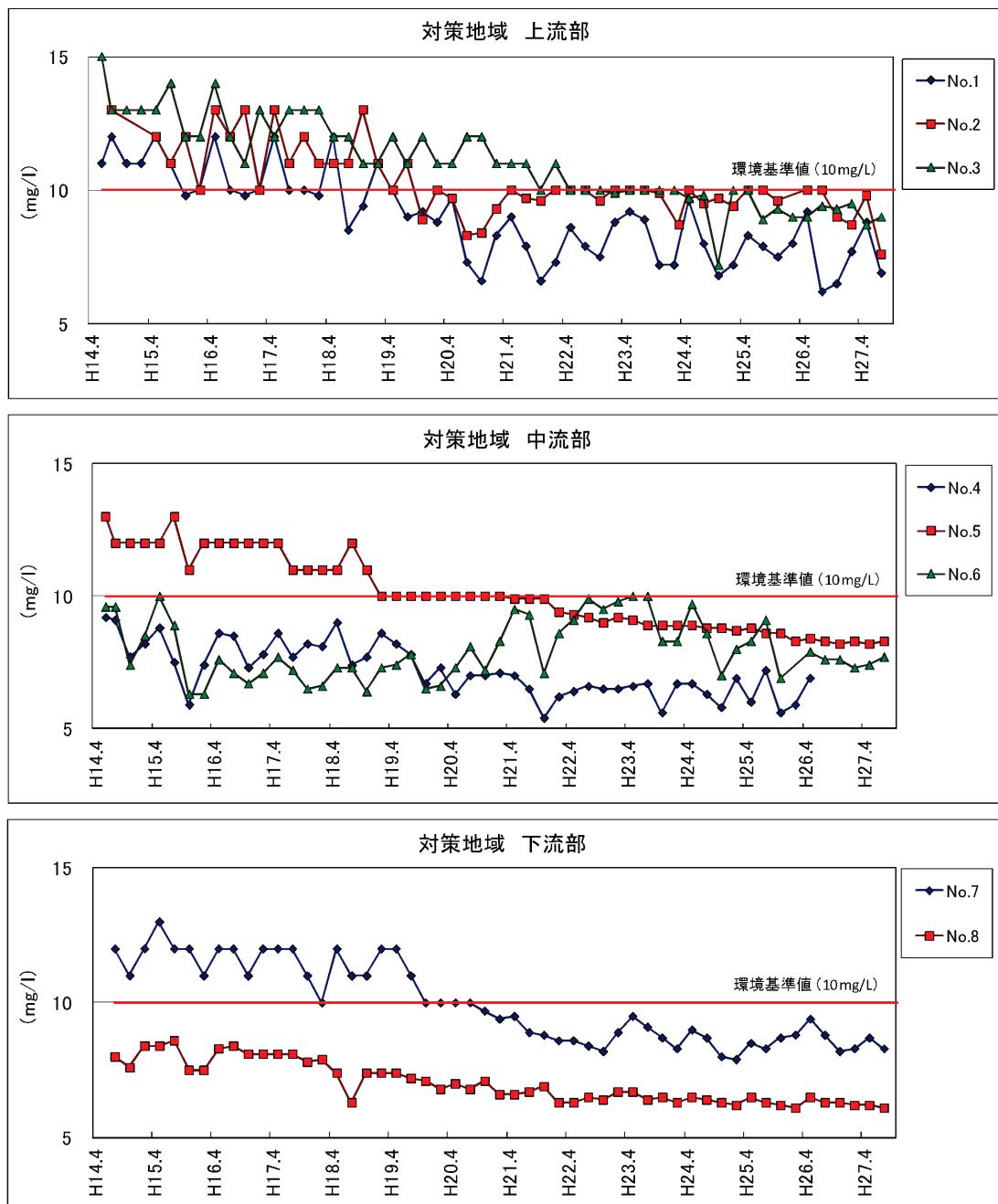


図 3.39 地下水質モニタリングによる硝酸性窒素等の濃度推移

出典：沼澤 聰明. 山形県内の地下水窒素汚染対策の事例について. 第 11 回もがみがわ水環境発表会講演要旨集. 2015, 図-2. (http://www2.mogamigawa.gr.jp/mizukankyo/11_mizukankyo_hokoku/?action=common_download_main&upload_id=5662)

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

3-2 モデル地域での取組の現状

(1) 各モデル地域における対応の段階

硝酸性窒素等による地下水汚染の問題に対して、取組段階の異なる 4 つの地域（栃木県、千葉県、宮崎県及び鹿児島県、長崎県）に対して、硝酸性窒素等に関する取組を推進するための支援を行った。各地域の硝酸性窒素等による地下水汚染への対応の段階は図 3.40 に示すとおりであり、それぞれの地域に応じた支援とした。

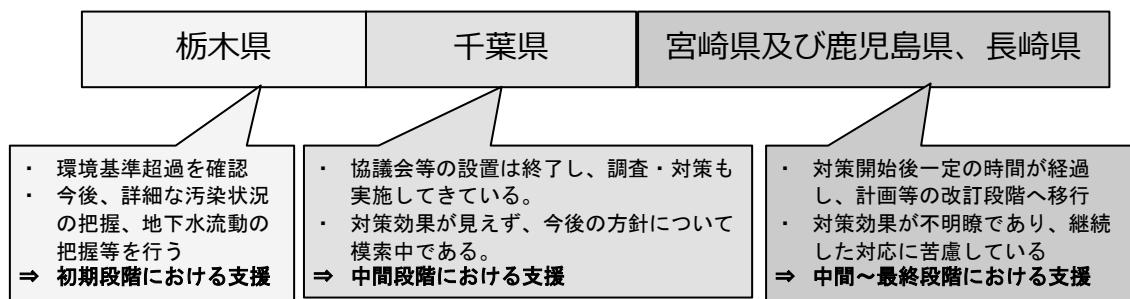


図 3.40 各モデル地域での硝酸性窒素等による地下水汚染への対応の段階

(2) モデル地域の特徴

1) 栃木県

モデル地域は栃木県（栃木市藤岡地区）である。モデル地域の特徴は表 3.27 に示すとおりである。

表 3.27 モデル地域の特徴のまとめ（栃木県）

区分	項目	特徴等	説明
地域	対象地域	栃木市藤岡地域	藤岡町大字大前・中根・藤岡
	人口	約 16,000 人	藤岡町統計値
	世帯数	約 5,800 世帯	〃
	面積	約 60 km ²	〃
汚染状況	汚染の程度	・ 環境基準超過（～25 mg/L）	1 地点は特異値（100 mg/L 超）
	面的広がり	・ 面的（複数地点）	
	経時的变化	・ 繼続的	
	汚染の傾向	・ 減少傾向	環境基準超過地点数 H24:6→H28:2
地下水	地下水利用	・ あり	首都圏の飲用水源
	流動	・ 北西から南東方向に流下	
地理	地形	・ 平野	
	山地	・ 北西部に三毳山（229 m）	
	河川	・ 東側及び西側に、南方向に流下する河川あり	
	湖沼	・ 南部に遊水池（渡良瀬遊水池）	ラムサール条約湿地に登録の渡良瀬遊水池・貯水池（谷中湖）
	海	・ 一	
関連産業	耕種農業（露地）	・ 米麦大豆栽培中心	
	耕種農業（施設）	・ イチゴ、トマト等	
	畜産	・ 豚／鶏／乳用牛／肉用牛 ・ 乗馬クラブ	対象地域北側に複数立地
	工場・事業場	・ 複数あり	塗装工場、青果場等周辺工場等届出事業場あり
生活排水	雑排水	・ 一	
対策	地下水汚染対策等	・ 一	

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

2) 千葉県

モデル地域は千葉県（旭市倉橋地区）である。モデル地域の特徴は表 3.28 に示すとおりである。

表 3.28 モデル地域の特徴のまとめ（千葉県）

区分	項目	特徴等	説明
地域	対象地域	千葉県全域（モデル地区：海匝地域北東部、支援対象は旭市倉橋地区）	海匝地域：旭市及び銚子市の一部 倉橋地区：旭市南東部
	人口	約 664 人	大字倉橋人口（R1.11.1 現在）
	世帯数	約 228 世帯	〃
	面積	約 130 km ²	旭市面積
汚染状況	汚染の程度	・ 環境基準超過（～40 mg/L）	一部で 80 mg/L 程度を観測
	面的広がり	・ 面的（複数地点）	千葉県下で広く検出。特に県北東部に高値地点集中
	経時的变化	・ 繼続的	
	汚染の傾向	・ (ほぼ横ばい) ・ 一部に増加、減少あり	
地下水	地下水利用	・ なし	
	流動	・ 南から東西・北方向に拡散しながら流下	
地理	地形	・ 台地地形 ・ 南北に長く、周辺部の河川に向かい標高が低下	
	山地	・ 一	
	河川	・ 東側及び西側に、北方向に流下する小河川あり	
	湖沼	・ 一	
	海	・ 一	
関連産業	耕種農業（露地）	・ 水稻、野菜	大規模経営化が進展
	耕種農業（施設）	・ トマト、きゅうり、イチゴ等 ・ 花き（ガーベラ、鉢花等）	大規模経営化が進展
	畜産	・ 豚／鶏／乳用牛（排せつ物の適切な処理を確認）	旭市農業の基幹。養豚飼養頭数は県上位。大規模経営化
	工場・事業場	・ 複数あり	
生活排水	雑排水	・ 台地縁部の民家で雑排水放流の可能性あり	
対策	地下水汚染対策等	・ H21「千葉県硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素に係る地下水保全対策実施方針」策定	

3) 長崎県

モデル地域は長崎県（島原半島北東部）である。モデル地域の概況は表 3.29 に示すとおりである。

表 3.29 モデル地域の概況まとめ（長崎県）

区分	項目	特徴等	説明
地域	対象地域	長崎県島原半島地域	島原市、雲仙市、南島原市
	人口	約 132,000 人	対象地域
	世帯数	約 49,000 世帯	〃
	面積	約 460 km ²	〃
汚染状況	汚染の程度	・ 環境基準超過（～30 mg/L）	半島北東部に環境基準超過地点が集中
	面的広がり	・ 面的（複数地点）	
	経時的变化	・ 繼続的	
	汚染の傾向	・ ほぼ横ばい	
地下水	地下水利用	・ あり ・ 飲用井戸数：約 650 (超過飲用井戸：約 110)	水道水、農業用水、工場用水のほとんどを地下水に依存 超過飲用井戸の水道接続指導中
	流動	・ 河川及び海に向かい流下	
地理	地形	・ 半島地形 ・ 海に向かう緩斜面	
	山地	・ 半島中央部に雲仙岳	
	河川	・ 半島中央部から周囲の海に向かって、複数の河川が放射状に流下	
	湖沼	・ 一	
	海	・ 東に有明海が広がる	
関連産業	耕種農業（露地）	・ いも類、水稻、飼料作物等	
	耕種農業（施設）	・ 主に野菜	
	畜産	・ 豚／鶏／肉用牛／乳用牛／馬 ・ 家畜排せつ物法対象農家について適切な処理を確認	飼養戸数はすべて減少 飼養頭羽数は肉用牛以外は減少 〔（頭羽数）豚：約 92,000／鶏：約 2,600／肉用牛：約 28,000／乳用牛：約 7,000／馬：約 30〕
	工場・事業場	・ 995 件（旅館業、畜産農業、野菜・果実保存食料品製造業等が上位）	島原半島計（水質汚濁防止法届出事業場）
生活排水	雑排水	・ 未処理雑排水：約 68,000 人 ・ 合併処理浄化槽：約 45,000 人 ・ 単独処理浄化槽：約 6,400 人	出典：第 2 期島原半島窒素負荷低減計画（改訂版）（H28.3 改訂）
対策	地下水汚染対策等	・ 第 2 期島原半島窒素負荷低減計画（改訂版）（H28.3 改訂）	

3. 先進地域、モデル地域での事例紹介

4) 宮崎県及び鹿児島県

モデル地域は、宮崎県及び鹿児島県（都城盆地）である。モデル地域の特徴は表 3.30 に示すとおりである。

表 3.30 モデル地域の特徴のまとめ（宮崎県及び鹿児島県）

区分	項目	特徴等	説明
地域	対象地域	都城盆地	宮崎県都城市（山之口地区、高城地区、山田地区、高崎地区）、三股町、高原町、鹿児島県曾於市の一部（旧財部町及び末吉町）
	人口	約 95,000 人	対象地域
	世帯数	約 42,000 世帯	〃
	面積	約 787 km ²	〃
汚染状況	汚染の程度	・ 環境基準超過（～15 mg/L）	ほぼ全域の浅井戸で環境基準超過地域中央部で 16 mg/L 超を観測一部深井戸でも環境基準超過確認
	面的広がり	・ 面的（複数地点）	
	経時的变化	・ 繙続的	
	汚染の傾向	・ 減少傾向（H11 以降）	環境基準超過測点割合 H11 : 14%超→H27 : 約 4%
地下水	地下水利用	・ あり	水道原水、生活用水、産業用水のほとんどを地下水に依存
	流動	・ 盆地中央を流動する大淀川に向かい流下	熊本大学より入手
地理	地形	・ 盆地地形	
	山地	・ 周囲を山地に囲まれる	
	河川	・ 盆地中央部に、北方向に流下する河川（大淀川）あり ・ この河川に流れ込む複数の支流あり	
	湖沼	・ 一	
	海	・ 一	
関連産業	耕種農業（露地）	・ 水稻、いも類	
	耕種農業（施設）	・ 一	
	畜産	・ 豚／肉用牛（排せつ物の適切な処理を確認）	
	工場・事業場	・ 複数あり	
生活排水	雑排水	・ 一	
対策	地下水汚染対策等	・ H28「都城盆地硝酸性窒素削減対策実行計画—最終ステップー」（H28.7）	

(3) 取組支援に関する各モデル地域の課題及び対応策

硝酸性窒素等による地下水汚染への対応段階が異なる取組モデル地域に対する支援を通じて得られた、各地域の汚染等の特徴、課題、対応策及び支援による成果のまとめは表 3.31 に示すとおりである。

表 3.31 取組支援に関する課題及び対応策のまとめ

モデル地域	汚染等の特徴	課題	対応策	支援による成果
【栃木県】 汚染対策の初期段階	・平野地形 ・汚染の程度は比較的軽微であり一部では汚染が低減傾向	【負荷発生原因特定】 ・原因推定と汚染状況の定量評価、汚染を低減／進行させない対策 【地域への現状理解】 ・現況及び対策の必要性の理解促進 【現地データ不足】 ・システム活用のためのデータ収集（蓄積）	・システム活用による現況再現（見える化）→硝酸性窒素等の低減等の対策の必要性を関係機関で共有 ・継続的なデータ収集（蓄積）（特に地下水位）	・現地確認及び検討会での協議等により、汚染の程度を「比較的軽微」と判定 ・今後の対応の方向性を提案
【千葉県】 汚染対策の中間段階	・台地地形 ・硝酸性窒素等濃度はほぼ横ばいで推移 ・協議会設置（休止中）及び実施方針策定済み	【取組の実施体制】 ・県策定の実施方針に基づく実施のための仕組みづくり ・休止している協議会の早期再開 【地域への現状理解】 ・現況と対策について関係機関の理解促進	・モデル解析による現況及び対策効果の見える化→関係機関協議の実施 ・協議会再開支援（再開へのロードマップ作成等） ・データ収集（地下水流出部流量）	・解析結果等を活用した関係機関協議による状況共有 ・協議会再開（R2 年度）
【長崎県】 汚染対策の中間～最終段階	・半島地形 ・水道等水源利用 ・硝酸性窒素等濃度は横ばいで推移するが一部で増減 ・協議会設置及び対策（負荷低減計画）策定・実施中	【現地データ不足】 ・地下水位等解析のためのデータ収集 【取組効果の検証】 ・負荷低減計画の着実な実施と効果検証のための見える化	・モデル解析による現況及び対策効果の見える化→関係機関協議の実施 ・見える化のためのデータ収集（特に地下水位）	・解析結果等を活用した見える化支援 ・ガイドライン活用による取組事例等の共有
【宮崎県及び鹿児島県】 汚染対策の中間～最終段階	・盆地地形 ・水道等水源利用 ・硝酸性窒素等濃度はおむね減少傾向（H11 以降） ・協議会設置及び対策（実行計画）策定・実施中	【取組効果の検証】 ・実行計画最終ステップの対策効果の検証 ・大学との連携による現況の挙動解明	・モデル解析による現況及び対策効果の見える化→関係機関協議の実施→実行計画最終ステップ後のあり方協議	・解析結果を活用した見える化支援 ・関係機関協議を踏まえた最終ステップ後のあり方提案