

地下水中の硝酸性窒素対策に関する熊本県基本計画
(案)

令和6年(2024年) __月

熊本県

目次

第1章 はじめに

- 1 背景
- 2 計画の目的
- 3 計画の位置づけ

第2章 硝酸性窒素の概要

- 1 硝酸性窒素について
- 2 硝酸性窒素の影響
- 3 水道水質基準
- 4 環境基準
- 5 地下水中の硝酸性窒素の高濃度化の主な要因
- 6 硝酸性窒素対策の重要性

第3章 地下水中の硝酸性窒素濃度の現状と今後の方向性

- 1 地下水中の硝酸性窒素濃度の現状
- 2 硝酸性窒素対策に係る今後の方向性

第4章 今後の具体的な取組み

- 1 取組みの推進が必要な市町村や地域の見える化推進
- 2 市町村の個別計画の策定推進

第5章 基本計画の目標

- 1 目標について
- 2 目標達成のためのロードマップ

資料編

- 1 窒素負荷量の算出方法
- 2 荒尾地域における新しい環境×農業の取組み
- 3 荒尾地域における新しい環境×水道の取組み

参考文献

第1章 はじめに

1 背景

地下水中の硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素（以下「硝酸性窒素」という。）の高濃度化は、これまでの他の有害物質による地下水汚染とは異なり、発生源そのものに広がりを持ち、有効な対策が取りにくく個別規制が困難であるとともに、浄化が非常に困難である（環境省，2020）。そのため、水道水源の約8割を地下水に頼る本県では深刻な問題を生じかねず、清冽で豊かなこの地下水を県民の貴重な財産として保全していくためには、地下水の高濃度化を防ぐ速やかな対策が必要である。

本県では、全国に先駆けて平成元年（1989年）から硝酸性窒素に関する地下水質調査に取り組むとともに、平成10年（1998年）から12年（2000年）にかけては、県内全域の硝酸性窒素濃度の概況を把握するための1,200地点にのぼる地下水質調査を行うなど、県内地下水の硝酸性窒素の状況把握に努めてきた。

その結果、荒尾及び熊本地域（注記1）については、本県の中でも硝酸性窒素による地下水の広域的な高濃度化が見られた。一般に硝酸性窒素の高濃度化は、生活排水の不適正な処理、家畜排せつ物の過剰な土壌還元や窒素肥料の溶脱に起因することから、本県では、関係市町村や地域の方々とともに、平成15年（2003年）3月に「荒尾地域硝酸性窒素削減計画」（熊本県，2003）を、平成17年（2005年）3月に「熊本地域硝酸性窒素削減計画」（熊本県，2005）を策定した。

この計画は、自治体が策定する計画としては全国に先駆けて策定されたものであり、その後、全国へ波及し、環境省ホームページ（環境省，2022）によれば、全国7地域（8県・市）で、硝酸性窒素対策推進計画等が策定され、窒素負荷低減対策等が進められている。

両計画策定後、今日に至るまで、県では、地元市町村をはじめ関係機関や農業従事者の協力を得ながら対策に取り組んだ結果、地下水中の硝酸性窒素の平均濃度は減少等の改善が見られるが、一部、環境基準（以下「基準」という。）超過が継続又は更に濃度が上昇傾向を示す井戸が確認されている。

また、両地域以外でも、水道未普及地域での基準超過により飲用不可の井戸等が確認されていることや、他の地域と比較してこれまでに調査が十分になされていない地域などが確認されており、県内で硝酸性窒素対策を具体的かつ計画的に推進するためには、これまでの地下水対策を継続しながらも、地域の状況に応じた取組みや高濃度化を未然に予防する新たな観点も含めた取組みが重要である。

本基本計画（以下「計画」という。）は、以上の状況を踏まえ、地下水を将来にわたり保全していくために定めるものである。

注記1：熊本地域は、熊本市、菊池市[旧旭志村及び旧泗水町に属する区域に限る]、宇土市、大津町、菊陽町、合志市、西原村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町の11市町村を示す。

2 計画の目的

本計画は、地下水中の硝酸性窒素対策に関する取組みの推進が必要な市町村や地域を明確化し、市町村の個別計画策定を支援することで、硝酸性窒素対策の効果的かつ更なる推進を図る。

3 計画の位置づけ

熊本県環境基本条例、熊本県地下水保全条例及び前述した第四次環境基本方針・第六次熊本県環境基本計画その他計画等に対して、図1-1に記載された位置づけで策定するものとする。

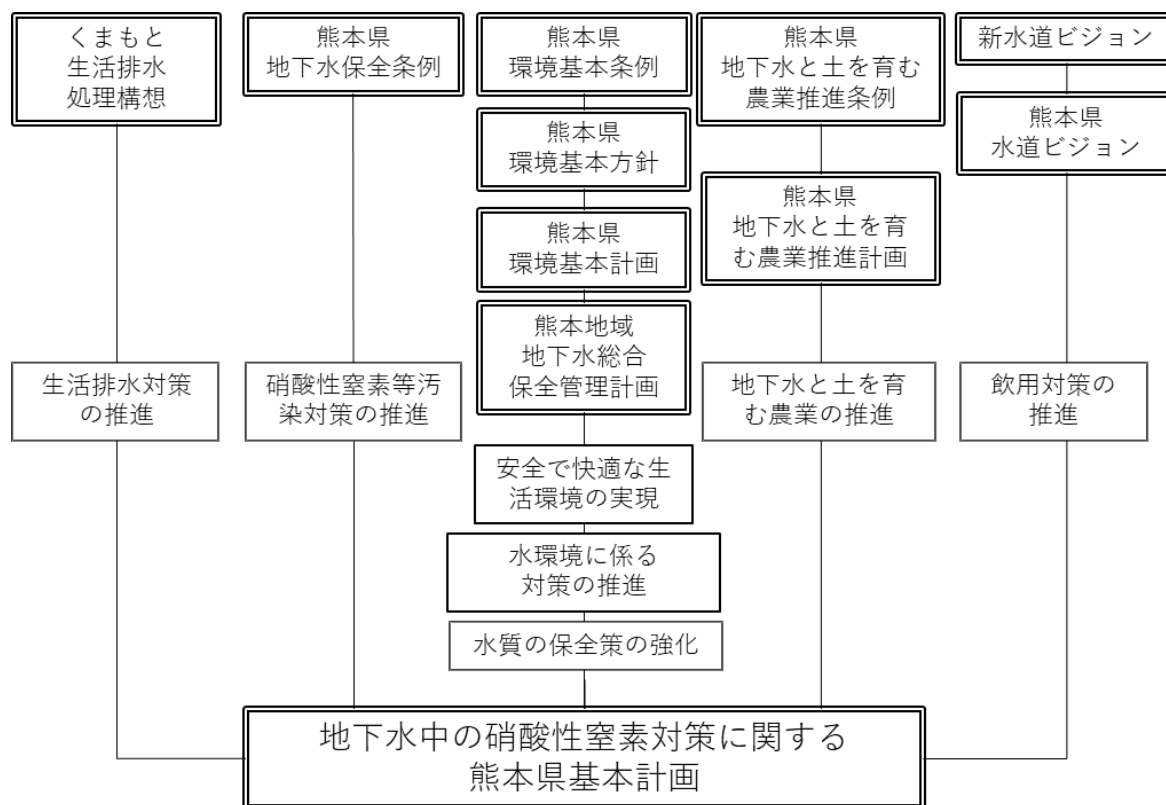


図1-1 熊本県基本計画の位置づけ

第2章 硝酸性窒素の概要

1 硝酸性窒素について

硝酸性窒素は、硝酸イオン（化学式 NO_3^- （図2-1））の窒素に着目した呼び方である。

窒素は大気約 80% を構成する物質であり、あらゆる場所の土壌や水、植物中に存在し、あらゆる生物の必須元素にもなっている。また、水に溶けやすく、土壌に保持されにくいいため、容易に地下水や河川水に溶けだしやすい性質を持っており、無味、無臭、無色であるため、飲み水に含まれても気づくことはない。

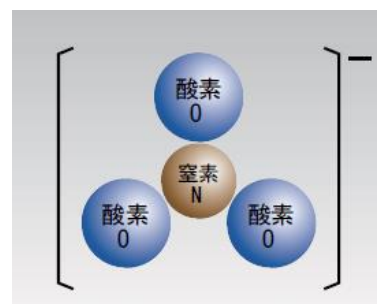


図2-1:硝酸イオンの概念

2 硝酸性窒素の影響

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（図2-2）。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。

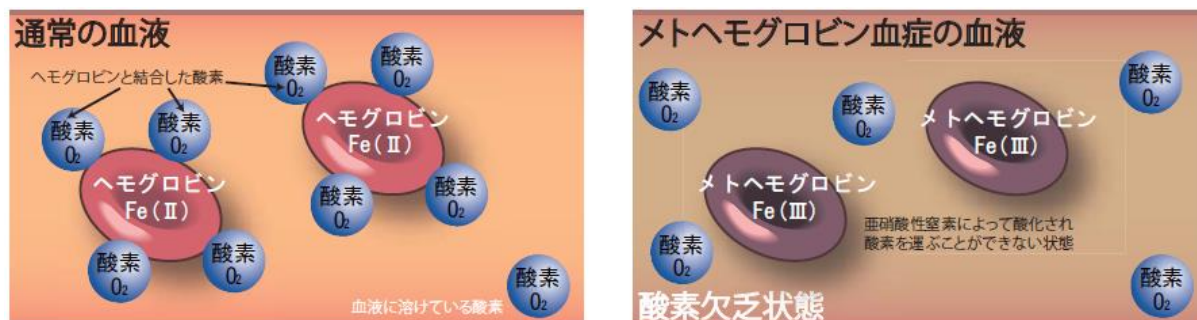


図2-2 血液中における酸素運搬機構の概念図

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た。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。一方、我が国では 1996 年、筑波大学附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が報告されている（田中ら、1996）。

また、最近の事例では、2021 年 10 月群馬大学医学部附属病院で院内の井戸水を汲み上げた水道水で溶いた粉ミルクを飲んだ乳児 10 人がメトヘモグロビン血症を発症し、その後全員が回復している。水道水の水質検査の結果、亜硝酸性窒素が水道水質基準値 (0.04 mg/L) の 1 万 2 千倍以上検出されたが、原因は井戸水そのものによるものではなく、冷暖房用の配管と上水道管をつなぐバルブが腐食して防食剤（高濃度の亜硝酸性窒素等を含む）を含んだ水が上水管に流れ込んだことによるものであった（厚労省、2021）。

3 水道水質基準

昭和 32 年 (1957 年) に水道法が制定され、この法制度の中で水道に関する水質基準が

確立された。現在、同法第4条に規定する「水道により供給される水が備えるべき要件」として、水質基準に関する省令（平成15年（2003年）5月30日厚生労働省令第101号）により、51項目（健康関連31項目及び生活支障関連20項目）の水質基準が定められており、水道事業者等には遵守義務・検査義務がある。また、水質基準以外にも、評価値が暫定的である、又は検出レベルは高くないものの水道水質管理上注意喚起すべきという理由から27項目（健康関連14項目＋生活上支障関連13項目）を「水質管理目標設定項目」として位置づけ、水質基準に係る検査等に準じた検査が要請されている。さらに、毒性評価が定まらない物質や水道水中での検出実態が明らかでない46項目を「要検討項目」と位置づけ、必要な情報・知見の収集に努めることとされている（厚労省HP）。

硝酸性窒素（注記2）については、昭和53年（1978年）に「10 mg/L以下」として水質基準が設定された。その後、1998年6月に一部改正された水道水質基準の中に、硝酸性窒素との合計量とは別に単独で亜硝酸性窒素が「監視項目」として追加され、暫定的な指針値（0.05 mg/L以下）が設定された。さらに、この亜硝酸性窒素は、平成26年（2014年）に水質基準として位置づけるとともに、値が0.04 mg/Lに引き下げられた（厚労省HP）。

注記2：水質基準に関する省令では、「硝酸性窒素」及び「亜硝酸性窒素」は、それぞれ「硝酸態窒素」及び「亜硝酸態窒素」と記載されているが、ここでは「硝酸性窒素」及び「亜硝酸性窒素」と記載している。

4 環境基準

地下水の水質汚濁に係る環境基準は、平成9年（1997年）に重金属類や揮発性有機化合物等23項目について設定されたが、その後の改定により、現在28項目となっている（環境省HP）。

硝酸性窒素は、水質汚濁による健康被害の未然防止をより体系的・計画的に進めるために平成5年（1993年）に設定された「要監視項目」25項目のうちの1つとされ、指針値は硝酸性窒素と亜硝酸性窒素の合計で10 mg/Lとされた。

その後の水質測定の結果、公共用水域等、特に地下水において比較的広くかつ高い濃度で検出されたことから、平成11年（1999年）に環境基準項目の見直しが行われ、地下水の水質の汚濁に係る環境基準項目として新たに追加された。

5 地下水中の硝酸性窒素の高濃度化の主な要因

これまで、県が実施した詳細調査の結果、主に3つの発生源（生活排水の不適正な処理、家畜排せつ物の過剰な土壌還元、窒素肥料の溶脱）が考えられる（図2-3）。

土壌中へ入った窒素分は、微生物の作用によりアンモニア性窒素から亜硝酸性窒素を経て、最終的に硝酸性窒素へと変化する。硝酸性窒素は、農作物への吸収やガスとして一部大気に放出されるが、土壌に残った分は地下へと浸透（溶脱）し、やがて地下水に到達する。

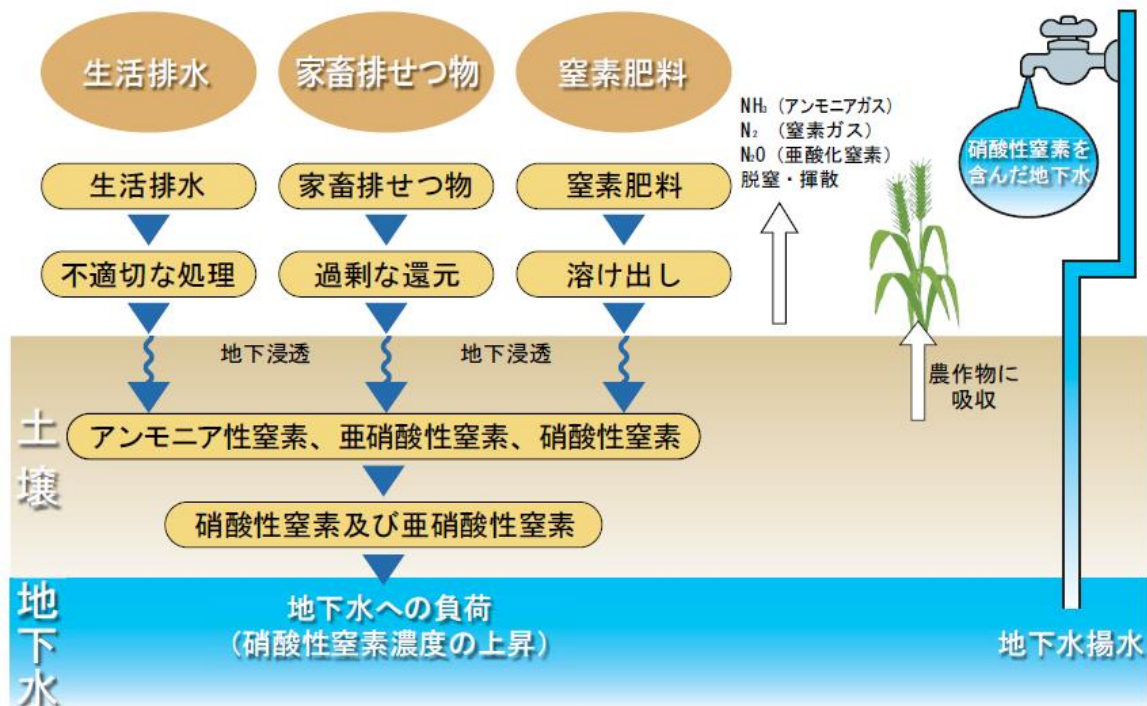


図2-3 硝酸性窒素による地下水の高濃度化の模式図

6 硝酸性窒素対策の重要性

地下水の硝酸性窒素における基準超過率は、全国の調査結果（環境省 HP）でも高い状態が継続しており、本県に限らず全国各地で基準超過が確認されている。

しかし、本県は、生活用水の約 80%を地下水に依存していることや、現状は良質な地下水が確保されていたとしても、現状、硝酸性窒素が上昇傾向にある井戸や水源があり、将来、浄水処理の対応が必要となる可能性がある。また、多量の地下水から硝酸性窒素を安価かつ効率的に除去することは困難であり、将来的に継続して安全な飲用水を確保するためには、硝酸性窒素濃度の低減化が必要である。

第3章 地下水中の硝酸性窒素濃度の現状と今後の方向性

1 地下水中の硝酸性窒素濃度の現状

地下水の硝酸性窒素について、過去10年間の定点井戸（地域を代表する井戸）及び汚染井戸の調査結果（表3-1）によると、濃度の平均値や基準超過率は横ばい傾向にあるものの、一部の地域には濃度が上昇している井戸も確認されている。

表3-1 地下水の定点及び汚染井戸監視調査(硝酸性窒素)

	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4
調査地点数	311	302	305	296	381	308	325	322	324	317
基準超過地点数	63	57	57	49	49	54	60	65	60	55
超過率[%]	20.3	18.7	16.6	18.9	12.9	17.5	18.5	20.2	18.5	17.4
平均値[mg/L]	5.8	5.6	5.7	4.5	5.1	5.2	5.4	5.7	5.4	5.4
最高値[mg/L]	56	54	54	49	55	55	57	51	52	57

県内の硝酸性窒素濃度の分布状況（図3-1）を見ると、基準超過を示す赤色の地点は、荒尾・熊本地域で多く確認されているが、その他の地域でも基準超過あるいは基準値近くの濃度を示している地点も確認されている。また、基準超過地点の中には水道未普及地域があり、日常の飲用水に直接的な影響がある事例も確認されている。

さらに、図3-1で色がついていない箇所は、対象期間において地下水調査が行われていない地域である。これらの地域の多くは山林等の非居住地域であるが、長期間調査が行われない場合には、高濃度地点や濃度上昇の事象を見逃す可能性があるため、定期的に県内の調査地点の分布状況を把握し、網羅的かつ継続的に地下水調査を実施することが重要である。

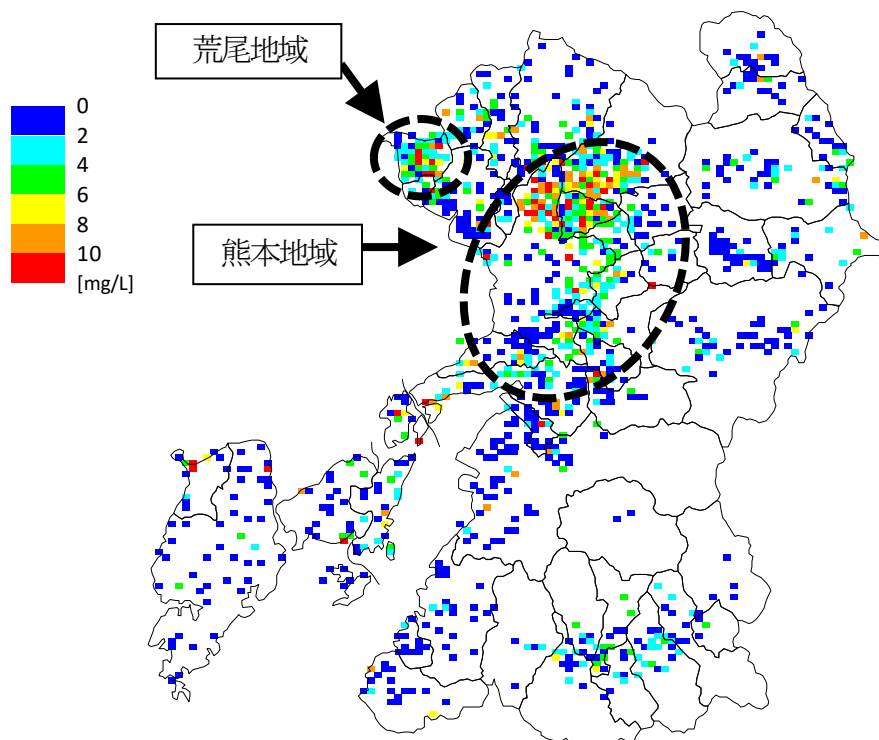


図3-1 熊本県内の硝酸性窒素の分布状況(H19~R4)

2 硝酸性窒素対策に係る今後の方向性

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（熊本県，2020）において、「市町村は、県及び公益財団法人くまもと地下水財団の支援により、硝酸性窒素濃度が問題となっている地域での基準超過の要因に応じた市町村削減計画の策定等により、具体的かつ計画的な対策を推進する」とされているが、令和4年度（2022年度）末時点で、削減計画を策定している市町村は熊本市のみに留まっている。また、前項の状況を踏まえると、熊本地域以外の市町村においても、市町村削減計画の策定等により、具体的かつ計画的な対策を推進することが重要である。

県内で硝酸性窒素対策を具体的かつ計画的に推進するためには、これまでの荒尾・熊本両地域同様に「発生源」、「堆肥の広域流通」、「飲用対策」及び各取組みに関する「普及啓発」に関する取組みが重要であるが、これら両地域の計画策定当時と比較すると、県内の汚水処理人口普及率は、平成15年度（2003年度）時点の67.6%から令和3年度（2021年度）末時点で88.8%、県内の上水道普及率は平成15年度（2003年度）末時点の84.3%から令和2年度（2020年度）末時点で88.8%に達し、生活排水対策や水道普及に関する取組みは年々着実に進んでいる。また、環境省が発行している硝酸性窒素等地域総合対策ガイドライン（環境省，2020）においても、家畜排せつ物法の施行により家畜排せつ物法対象施設の整備が進み、いわゆる野積み・素掘り等の不適正処理はほぼ解消しているとされている。さらに、本県においても、平成27年（2015年）に熊本県地下水と土を育む条例が施行され、土づくりを基本とした化学肥料の削減、家畜排せつ物の適正な管理や利用、水田を利用した地下水の涵養等の取組みの一層の推進が図られている。

以上のことから、これまでの「市町村一律」の地下水保全に係る取組みを関係機関と連携して継続しながらも、「市町村や地域ごと」の状況に応じた地下水保全に係る取組みをより推進していく必要がある。このため、今後の硝酸性窒素対策は、市町村が具体的かつ計画的な対策に取り組むことが出来るよう、県は、これまでの調査結果やその他のデジタルデータの活用による客観的かつ科学的な観点から、取組みの推進が必要な市町村や地域の見える化に取り組む、結果を市町村と共有することが重要である。

第4章 今後の具体的な取組み

県は、第3章で記載した硝酸性窒素対策を進めるため、熊本市を除いた全市町村を以下のA、Bの2つに分類し、さらにAについては、取組みの推進が必要な地域として取組推進区域を設定する。

これらの分類結果に応じて、表4-1で示したそれぞれの取組みを市町村と連携して推進していく。

A. 取組推進市町村：これまで県内一律で進められていた各種対策に加えて、地域ごとの状況に応じた濃度低減に関する取組みの更なる推進が必要な市町村

※取組推進区域：Aの市町村内でより優先して取組みを推進することが必要な地域

B. 予防推進市町村：濃度低減に関する取組みの更なる推進は現時点で必須ではないものの、飲用に関する健康への影響を考慮し将来に渡って地下水濃度が基準超過を起こさないよう、従来の各種対策を継続しながら濃度推移を注視するといった予防的観点に立った取組みが必要な市町村

表4-1 今後の具体的な取組み一覧と県と市町村の役割の該当性

	県	市町村	
		A取組推進市町村	B.予防推進市町村
1 取組みの推進が必要な市町村や区域の見える化推進			
(1)取組推進市町村等の設定	◎		
(2)取組推進区域の設定	◎	○	
(3)その他の見える化推進	◎		
2 市町村の個別計画策定の推進			
(1)実態把握	○	◎	○
(2)関係機関会議	○※	◎	○
(3)取組内容の設定		◎	◎
(4)取組目標の設定		◎	◎
(5)計画策定・実行		◎	◎
(6)計画の評価・更新等		◎	◎

注)◎:該当、○:必要に応じて該当、斜線:非該当

※ 熊本地域及び荒尾地域硝酸性窒素削減対策会議、地域振興局の連絡会議の開催

1 取組みの推進が必要な市町村や区域の見える化推進

(1) 取組推進市町村等の設定

前述した取組推進市町村及び予防推進市町村（以下「取組推進市町村等」という。）を設定するためには、主に個人井戸を対象とした地下水質の濃度状況だけでなく、地下水を原水とした水道水質の濃度状況や各市町村の水道普及状況など、人の健康リスクを様々な視点から考慮することが重要である。そのため、取組推進市町村等の設定に当たっては、上水道の水源となっている井戸と水道未普及地域において飲用が想定される個別の井戸に対してそれぞれ判定基準を設定し、評価を行う（表4-2）。なお、本評価は、既に削減計画を策定している熊本市を除いた県内全市町村を対象とした。

表4-2 取組推進市町村等の設定の概要

A取組推進市町村	B.予防推進市町村
①または②が存在する場合 ①5mg/L 超過 水道水源 ②5mg/L 超過 個別井戸* (*水道未普及地域で半径 500m 以内に複数箇所)	左記①、②どちらにも 該当しない場合

本計画策定時の評価に使用した解析データ及び判定基準を表4-3に示す。

使用したデータについて、水道水源のうち上水道は、水道統計（日本水道協会、2007-2020）における硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素の結果を使用し、簡易水道は、県に報告された水道水質検査実施報告書における硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素の結果を使用した。また、個別井戸は、県が実施している水質汚濁防止法に基づく地下水調査における硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素の結果（熊本県、2007-2020）を使用した。

対象とした期間について、県全域を評価するために必要なデータ数を確保するため、平成19年から令和2年（2020年）（簡易水道のみ平成24年（2012年）から令和2年（2020年））とし、単年度で複数回測定されている井戸は平均値を採用した。

判定濃度について、「熊本地域硝酸性窒素削減計画」（熊本県、2005）の管理水質の目標であることや、県全域の基準（10 mg/L）を超過していない井戸を対象に平成22年（2010年）から令和2年（2020年）までの濃度推移を解析した結果、濃度は最大で5 mg/L程度上昇する可能性があり、5 mg/L以上の井戸の濃度推移の把握は重要であることから5 mg/Lを判定濃度に設定した。

判定基準について、上水道、簡易水道の水道水源は広範囲への影響が想定されるため、判定濃度（5 mg/L）を超過した井戸が1つでも存在する市町村を取組推進市町村とした。個別井戸は、飲用による健康被害防止の観点から、水道未普及地域で判定濃度超過の個別井戸が存在するか（基準1）、地域的な取組みの必要性の観点から、基準1に該当する井戸の半径500m以内に別の判定濃度超過の個別井戸が存在するか（基準2）の2つを基に、基準1に該当し、かつ基準2に該当した市町村を取組推進市町村とした（図4-1）。

表4-3 解析データ及び判定基準

項目 \ 種類	水道水源	個別井戸
使用したデータ	上水道:水道統計の浄水場原水 簡易水道:水道水質検査実施報告書	県地下水質測定計画等の 個別井戸の結果
対象とした期間	平成19年(2007年)~令和2年(2020年) 簡易水道のみ平成24年(2012年)~令和2年(2020年)	
判定濃度	5mg/L (期間内の最高濃度)	
判定基準	各市町村内に、5mg/Lを超過した 水道水源が1つでも存在するか	基準1:個別井戸の濃度判定 基準2:複数井戸判定 →基準1に該当し、かつ基準2に該 当するか

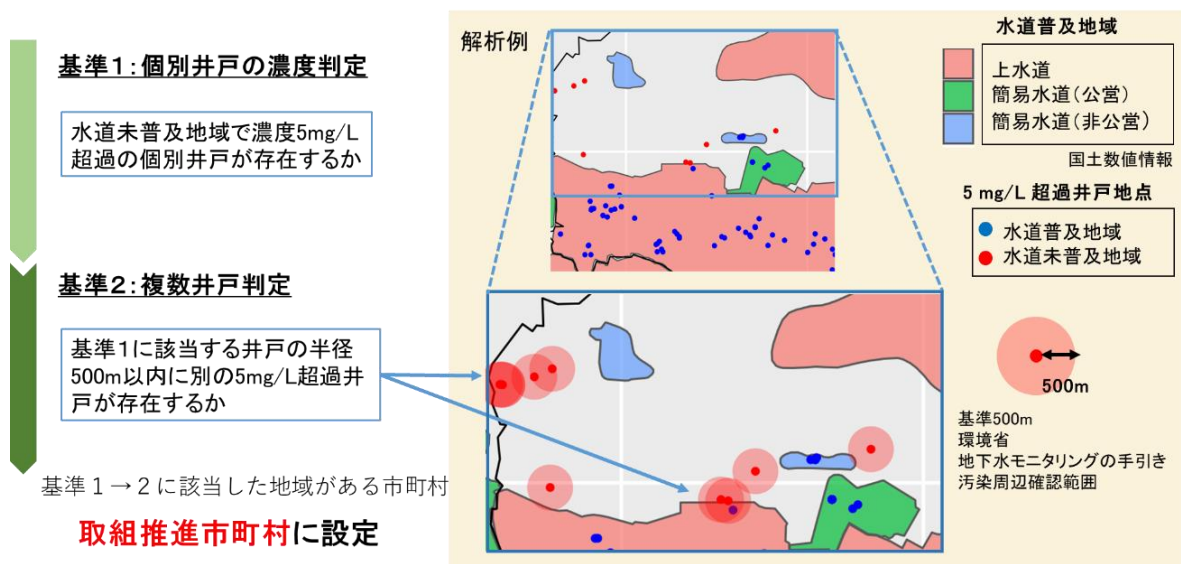


図4-1 個別井戸の基準

以上の設定条件を基に評価した結果、本計画策定時として、11市町を取組推進市町村に分類し、それ以外を予防推進市町村(ただし、熊本市を除く)に分類した(表4-4及び図4-2)。

なお、取組推進市町村等の設定については、県は、各市町村における水道普及状況や水道水源や個別井戸の硝酸性窒素濃度を踏まえて、本計画策定以降も適宜見直しを図っていく。

表4-4 取組推市町村に該当する市町村一覧

判定の種類	該当市町村
水道水源の結果によるもの	荒尾市 玉名市 山鹿市 菊池市 宇土市 阿蘇市 合志市 大津町 菊陽町 (9市町)
個別井戸の結果によるもの	美里町 和水町 玉名市 山鹿市 菊池市 合志市 (6市町)

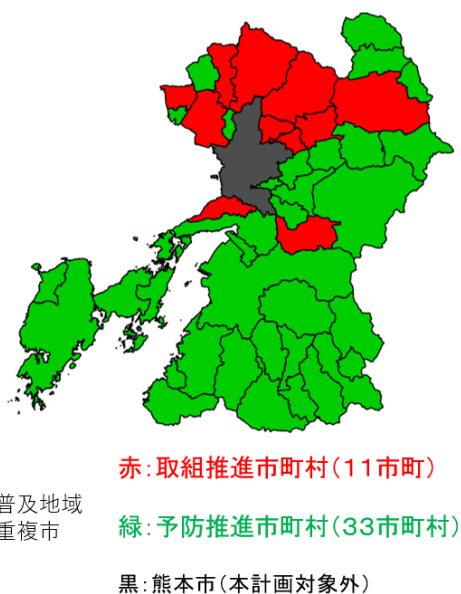


図4-2 取組推進市町村等一覧

(2) 取組推進区域の設定

取組推進市町村では、地域ごとの状況に応じた濃度低減等に関する取組みの更なる推進が必要である。そのため、県は、前号(1)の解析データを活用して、取組推進区域を併せて設定する。

具体的には、表4-3の各判定基準に該当した水道水源または個別井戸の半径1,000mの範囲を取組推進区域として設定し、区域が重複する場合には、重複する区域をグループ化し、1つの区域として設定する(図4-3)。

県が解析したデータを取組推進市町村と共有することで、市町村は、個別計画を策定する際の基礎資料として活用することができる。また、次号(3)に記載したその他の見える化の支援に応用することで、市町村内でより優先して追加的な取組みが必要な地域を把握することが可能となり、より効果的かつ効率的な地下水保全に係る取組みの推進に繋げることができる。

また、取組推進市町村の個別計画において、地域ごとの窒素負荷状況や行政区域等を考慮し、独自の区域を設定することを妨げるものではない。さらに、取組推進区域に関するデータの解析については、今後県は、各市町村における水道普及状況や水道水源や個別井戸の硝酸性窒素濃度を踏まえて、前号(1)と同様に適宜見直しを図っていく。

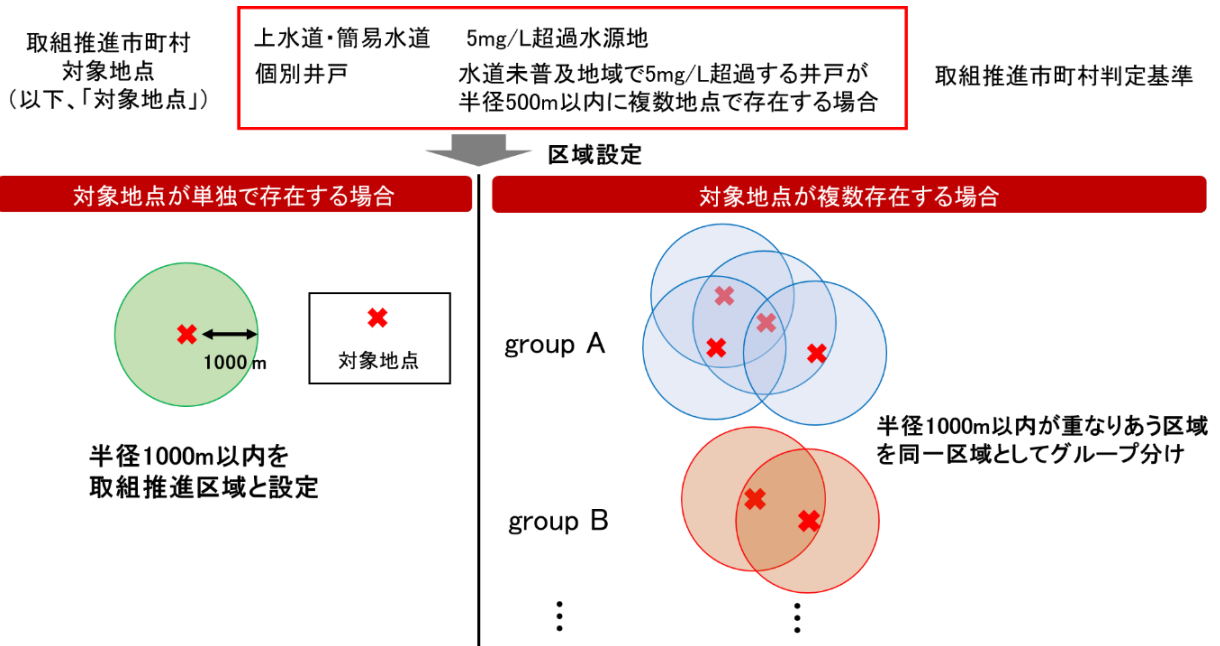


図4—3 取組推進区域の設定方法

(3) その他の見える化推進

その他の見える化推進に関する取組みとして、本計画策定時点では、以下の6つを基本とした情報についてそれぞれの市町村と共有を図る。なお、IV、Vの算出方法については、資料編に記載した。

提供する情報の該当性

主に、A. 取組推進市町村に提供する情報：I～VI

主に、B. 予防推進市町村に提供する情報：IV、V、VI

提供する情報の種類

I 取組推進区域及び土地利用状況 (図4-4)

II 取組推進区域ごとの土地利用割合 (図4-5)

III 取組推進区域及び水道普及状況 (図4-6)

IV 市町村ごとの要因別窒素負荷量 (図4-7)

V 土地利用メッシュ (100m×100m) 当たりの土地利用種別窒素負荷量 (図4-8)

VI 市町村ごとのこれまでの調査地点図 (図4-9)

なお、本項で記載した情報は、主に市町村単位で集計された公開データを使用しており、各区域の実態については、本解析結果を参考に実際の土地利用状況や窒素負荷状況を十分踏まえる必要がある。取組推進市町村は、次項の(1)実態把握の段階において、県からの調査・解析結果の提供に加えて、各取組推進区域における、窒素負荷の状況、飲用状況などの詳細を把握したうえで、個別計画を策定することが重要である。予防推進市町村についても、本計画策定時点で上記区域は保有していないものの、水道普及状況や過去の調査地点の状況等について把握したうえで、個別計画を策定することが重要である。

県は、市町村からの要望に応じて追加解析の支援を推進するとともに、今後、新たなデジタルデータ等の活用により追加の見える化支援についても検討する。

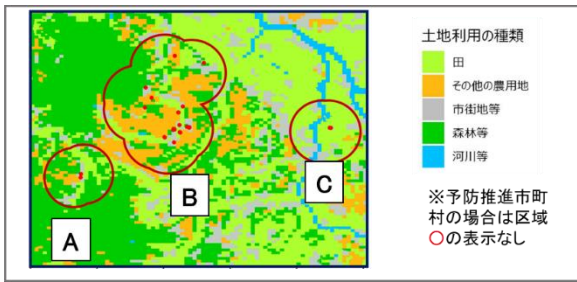


図4-4 取組推進区域及び土地利用状況(例)

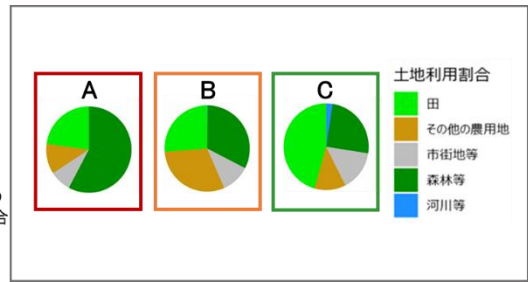


図4-5 取組推進区域ごとの土地利用割合(例)

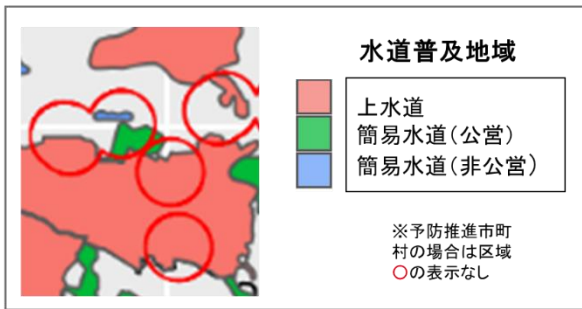


図4-6 取組推進区域及び水道普及状況(例)

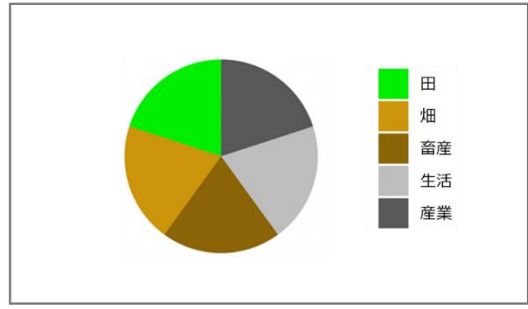


図4-7 市町村ごとの要因別窒素負荷量(例)

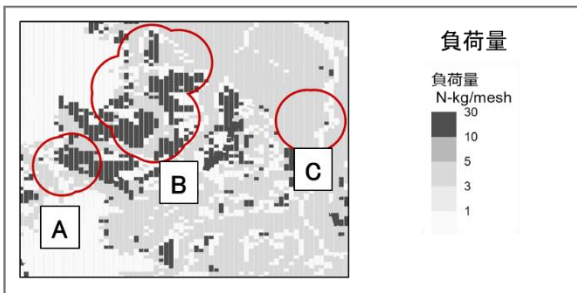


図4-8 土地利用メッシュ当たりの土地利用種別窒素負荷量(例)

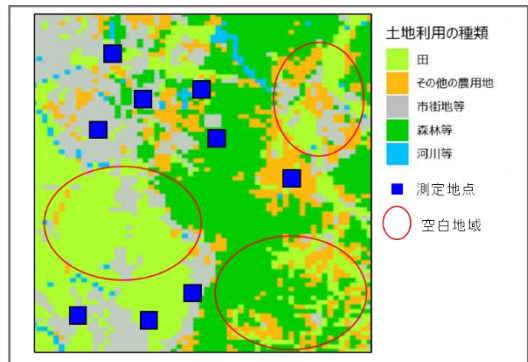


図4-9 市町村ごとのこれまでの地下水調査地点図(例)

2 市町村の個別計画策定の推進

地下水中の硝酸性窒素対策に関する個別計画策定のためには、図4-10で示した手順により対応することが基本となる。

本項では、前項に記載した市町村の分類結果及び県から提供する調査・解析結果を踏まえた上で、市町村の個別計画策定に向けた、県と市町村の役割等について図4-10に示す。

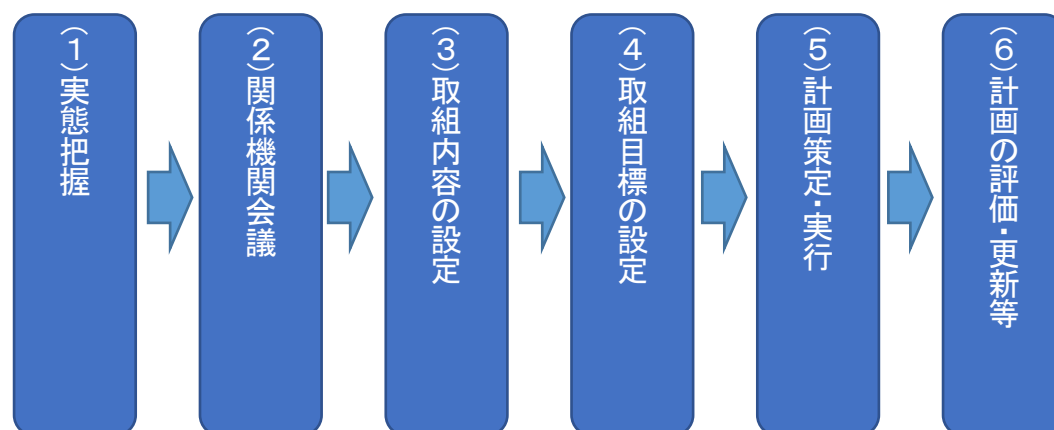


図4-10 個別計画策定の流れ

(1) 実態把握

個別計画の立案にあたっては、個別市町村や地域の基礎的な資料を収集・整理し、実態を把握することが必要である。また、既存の情報で実態把握が十分出来ない場合であっても、計画立案前に不足する情報をできる限り明らかにするとともに、今後どのように収集・整理していくか、計画に盛り込むことが重要である。

ア 県の役割

県は、水質汚濁防止法に基づき、県内市町村における地下水調査を継続して実施する。

また、市町村によっては地下水の調査地点に偏りがあることや、長期間調査が行われていない地域（以下、「空白地域」）が確認されたことから、今後、空白地域内での調査地点を進めることで、県内全域の地下水質の実態把握に努める。

なお、調査の結果、新たな取組推進市町村に該当する市町村が確認された場合は、速やかに該当市町村と情報共有を図り、他取組推進市町村と同様の支援を実施する。

これまでの改善状況については、継続的な地下水調査において確認しているが、地下水流動は複雑であり、継続的な地下水調査のみでは改善の効果を十分把握できない場合もあることから、新たに取組推進区域において、市町村の個別計画に対応した土壌中の硝酸性窒素濃度のモニタリング（環境省及び農林水産省、2001）を推進する。

さらに、県からは、前項図4-4から4-9に記載した情報提供を行うとともに、市町村の要望に応じた追加解析等の実施を推進する。

イ 取組推進市町村の役割

取組推進市町村は、前項図4-4から図4-9に記載した県からの調査・解析結果の提供を受けて、各取組推進区域における、汚水処理状況（浄化槽、下水等広域処理以

外での排水、単独浄化槽での雑排水処理状況等)、家畜排せつ物状況(家畜の種類、頭数、排せつ物の処理状況、広域流通量)、施肥状況(農産物の種類や耕作面積、施肥方法)、飲用状況(水道区域及び水道普及状況、水道未普及地域における飲用実態、飲用井戸件数に関する情報など)などの詳細を把握するとともに、効果的な実態把握の方法を検討する(図4-11)。

また、県から提供する調査・解析結果を踏まえ、今後調査が必要な地域(以下、「空白地域等」)がないか検討するとともに、上記結果で示された空白地域等を基に各市町村で調査が必要な地点を把握し、県が実施する地下水調査地点の選定に反映する(図4-12)。

本県の荒尾市の事例として、令和3年(2021年)から令和4年(2022年)にかけて開催された、荒尾地域硝酸性窒素削減対策会議における解析結果や土壌分析に関する更なる支援の要望等を踏まえて、令和5年度(2023年度)より荒尾市の果樹農家を対象とした土壌・堆肥分析を開始した。このことにより、地下水質のみで効果を把握することが困難であった施肥に関する取組みを検証するとともに、土壌分析結果を基にした施肥コスト削減やグリーン農業の更なる推進を図った(資料編2)。また、令和5年度(2023年度)より新規井戸使用者等を対象としたパックテストを用いた硝酸性窒素の簡易水質検査の実施を開始した。このことにより、井戸の使用開始時点など比較的早期に硝酸性窒素濃度が把握できるだけでなく、県の地下水調査等の地点選定の基礎データとして活用することができるようになった(資料編3)。

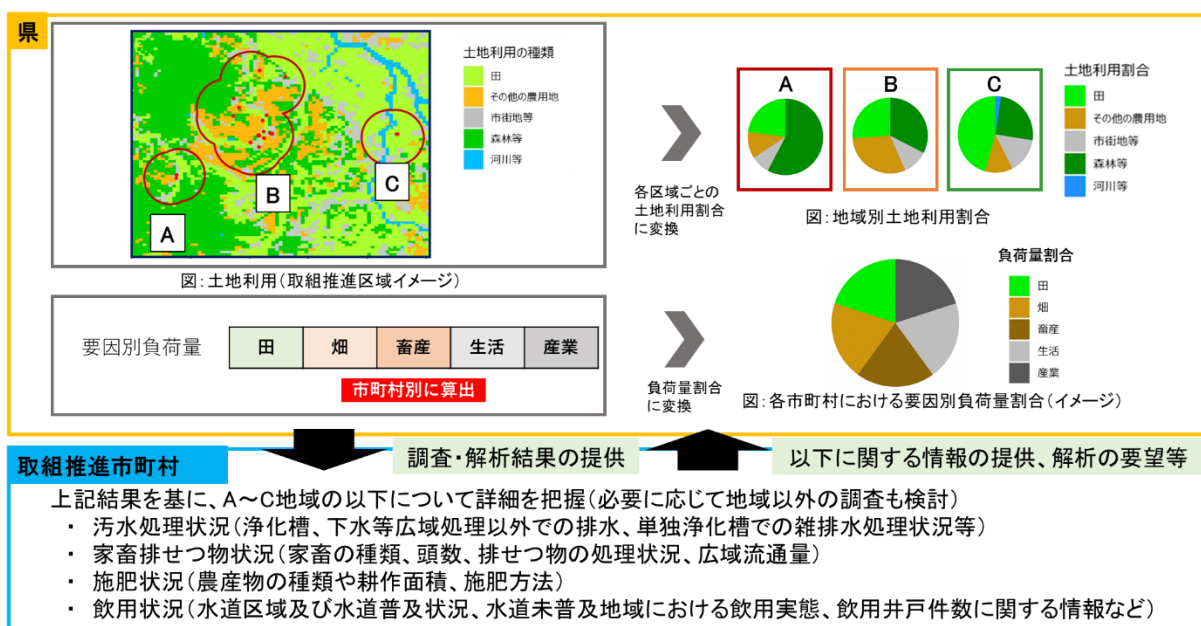
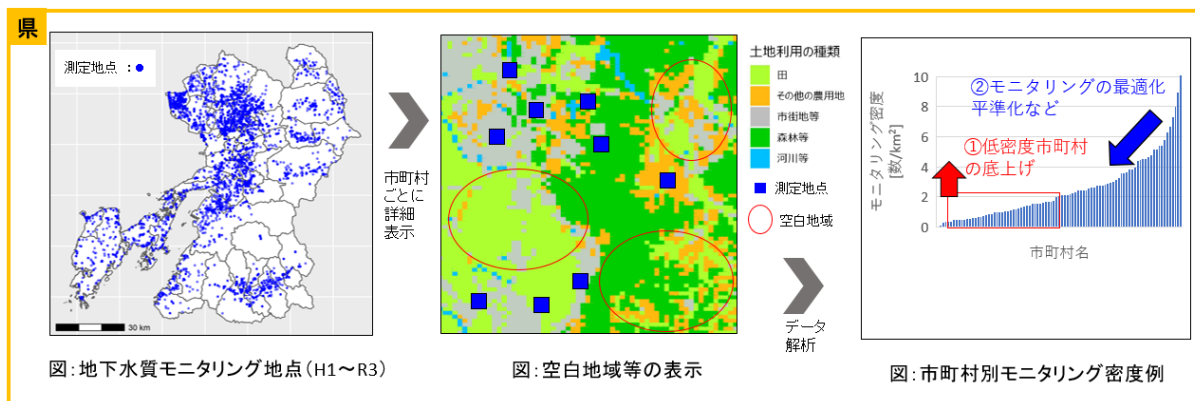


図4-11 取組推進区域に関する実態把握における役割

ウ 予防推進市町村の役割

予防推進市町村についても、県から提供する調査・解析結果を踏まえ、空白地域等がないか検討するとともに、上記結果で示された空白地域等を基に各市町村で調査が必要な地点を把握し、県が実施する地下水調査地点の選定に反映する(図4-12)。



取組推進市町村・予防推進市町村

- ・ 県の調査・解析結果を踏まえ、今後調査が必要な地域(空白地域等)がないか検討
- ・ 上記結果で示された空白地域等を基に各市町村で調査が必要な地点を把握し、県が実施する地下水調査地点の選定に反映する

図4-12 地下水調査に関する実態把握における役割

(2) 関係機関会議

地下水中の硝酸性窒素に関する濃度低減に係る取組みは、環境部局のみによる実施は困難であり、多くの関係機関との協働が必要となる。

そのため、会議を開催し、各市町村における地下水中の硝酸性窒素の濃度状況や、取組みの推進が必要な地域等の範囲、実態把握結果等を各機関と共有するとともに、各機関の知見や取組状況を共有することにより、本取組みに関して共通認識の醸成を図ることが重要である。

ア 県の役割

県は、市町村が主体となった会議等への参加や、荒尾・熊本地域の削減計画に基づく取組事例を参考に個別計画の策定支援を推進する。

その他、図4-1-3に示したとおり、地下水中の硝酸性窒素に関する全庁的な組織である「硝酸性窒素対策連絡会議」により、上記情報の共有及び総合的な濃度低減策に関する協議を継続して実施する。

また、県の広域本部又は地域振興局(保健所)が設置している地方連絡会議により、振興局管内の関係各課、市町村、JA等と連携・調整を図りながら各種取組みの推進に努める。

イ 市町村(取組推進市町村・予防推進市町村)の役割

取組推進市町村は、図4-1-4に記載した関係機関会議参加者の選定例や会議開催の流れを基に、県や農業協同組合等と連携して市町村ごとの会議を開催するなど、前号(1)実態把握により把握した取組推進地域の状況を関係者と共有するとともに、関係者と連携して今後の市町村内における具体的な対策・目標等を盛り込んだ個別計画を策定する。また、県が主催する関係機関会議に出席し、他市町村と取組状況を共有することで、より効果的な取組み等の推進に繋げる。

なお、予防推進市町村においても、必要に応じて上記により会議を開催、運営する。

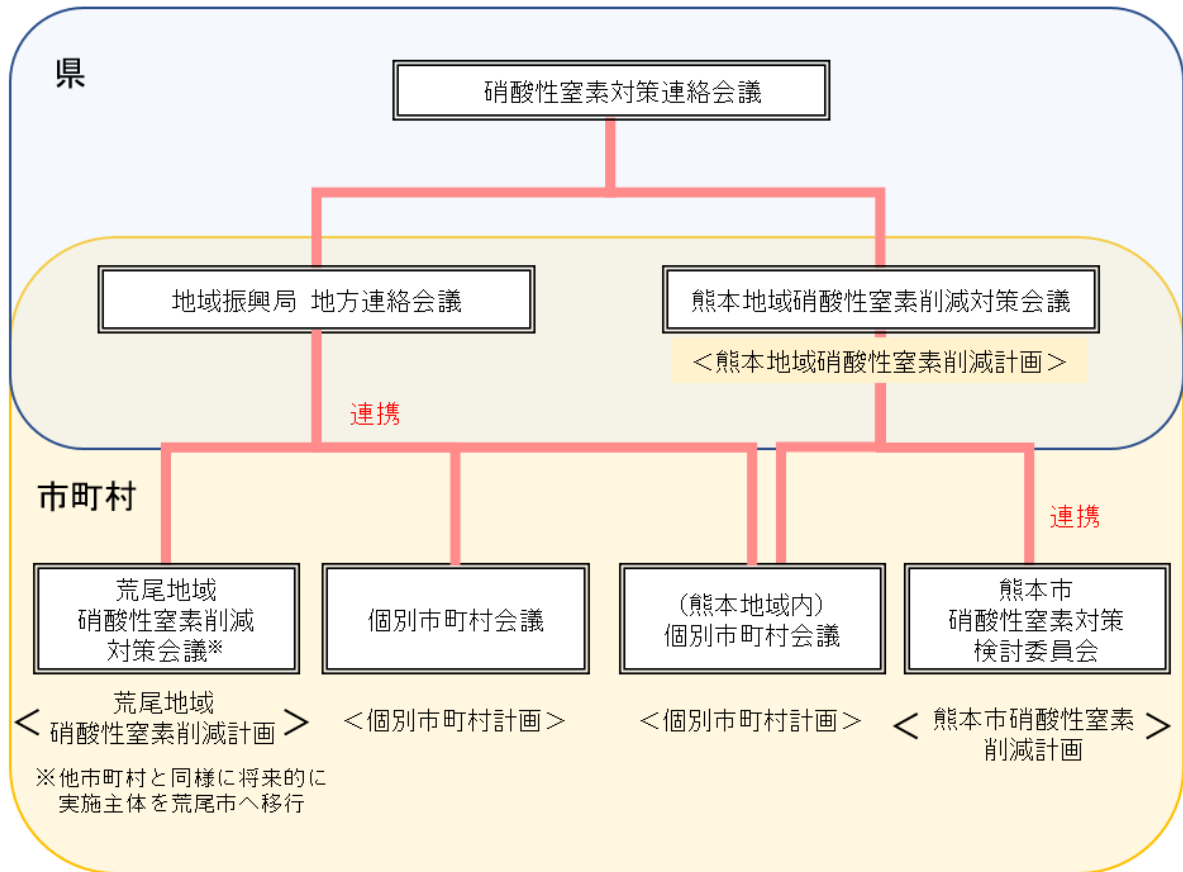
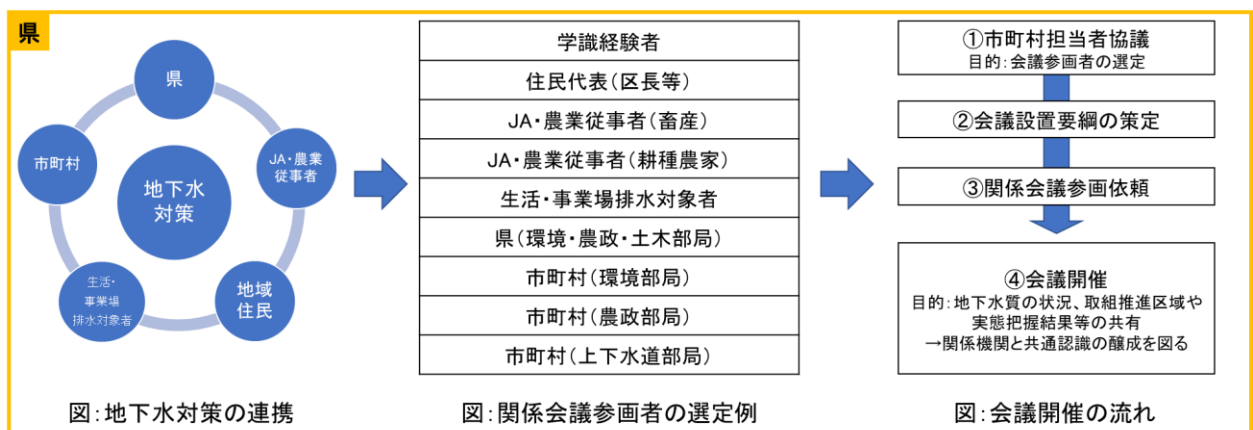


図4-13 計画の推進体制



関係機関会議の設置のために必要な事項について先行事例を基に情報提供

取組推進市町村(または会議を設置する予防推進市町村)
県からの情報提供を基に関係機関会議の設置や運営を実施

図4-14 関係機関会議の設置における役割

(3) 取組内容の設定

硝酸性窒素の高濃度化要因は多岐に渡っており、高濃度化要因を一つに限定することなく、関係機関と広く協力して濃度低減に向けて取り組むことが重要である。

また、地下水中の硝酸性窒素に係る取組みは、地下水調査、飲用対策や窒素負荷削減など様々であり、特に、窒素負荷削減に係る取組みについては、供給源の種類、高濃度化の実態、地域の地理的・自然的条件等に応じて適切かつ有効な取組みを推進していくことが重要である。

県は、図4-15で示したとおり、各市町村や地域に応じた取組内容を示すとともに、(1) 実態把握の結果を基に、各市町村で取組む内容等の助言を適宜実施する。

市町村は、図4-15で示した取組内容及び(1) 実態把握により把握した各市町村の状況、県からの助言等を基に、(2) で設置した会議での検討結果を踏まえて市町村で取組む内容を設定する。

県					
主な取組項目	取組みの性質		市町村の種類		
	発生源の把握・対策	健康被害防止	取組推進市町村		予防推進市町村
			取組推進区域	左記区域以外	
①地下水質調査		○	★	★	★
②飲用対策		○	★	☆	☆
③生活排水及び事業場排水対策	○		★	☆	☆
④施肥に関する取組み	○		★	☆	☆
⑤畜産に関する取組み	○		★	☆	☆
⑥①～⑤に関する普及啓発	○	○	★	★	★

★:市町村で検討が必要、☆:従来の取組みを継続(ただし、市町村で独自に取組み可!)

各市町村や地域の種類に応じた取組内容の提示
(1)実態把握の結果を基に各市町村で取組む内容等を適宜助言

取組推進市町村・予防推進市町村

県からの情報提供や助言等を基に市町村で取組む内容を設定

図4-15 取組内容の設定における役割

(4) 取組目標の設定

地下水中の硝酸性窒素に関する濃度低減に係る取組みは、効果が現れるまでに時間を要するため、水質目標だけでなく、各取組みについて定期的に進捗管理しやすい目標を定めることが重要である。

県は、図4-15の各取組項目に対する取組指標例(図4-16)を示すとともに、各市町村の目標設定等を支援する。また、県主催の各会議等(図4-13)において報告があった関係機関の取組み内容の取りまとめを継続して行うとともに、取りまとめ結果を関係機関に共有することで、県内全域でより効果的な取組み等の推進に繋げる。

市町村は、県からの情報提供や(1)から(3)での検討結果を基に、各市町村の状況に適した取組みの選定及び目標の設定を行う。

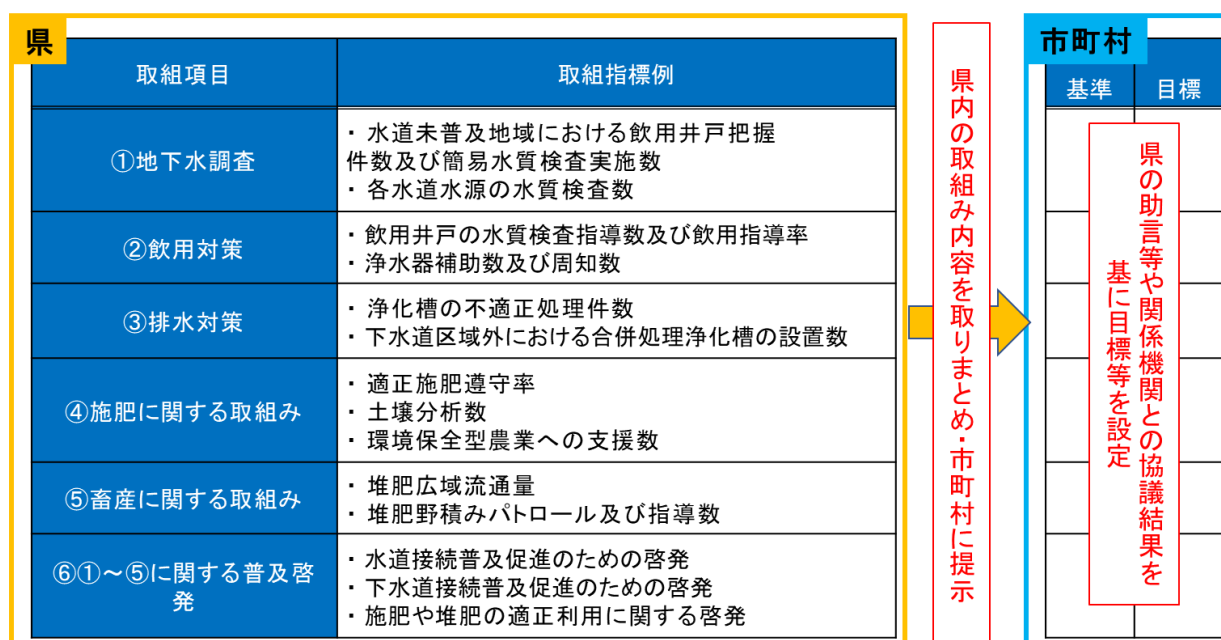


図4-16 取組目標の設定における役割

(5) 計画策定・実行

(1) から (4) の結果を基に、地下水中の硝酸性窒素に関する濃度低減に係る取組みを効果的かつ長期間継続して推進するためには、個別計画を策定し、その計画に基づいて実行することが重要である。特に、硝酸性窒素はその供給源（生活排水や家畜排せつ物の不適正処理、過剰施肥）が多岐にわたることから、これらの供給源ごとの具体的な取組みや目標を盛り込んだ計画策定には、関係機関の知見等を十分踏まえることが必要である。

市町村は、これまで県が実施してきた計画策定までの流れや会議構成員例を参考とした会議運営を行うなど、計画策定・実行に取り組む（図4-17）。

県は、これまで取り組んできた荒尾・熊本地域の計画策定等の事例を基に、計画策定の流れや会議構成員例を始めとした計画策定に必要な情報の提供を行う。また、市町村が主体となった会議等において、会議構成員の一員として会議に参画するとともに、会議での各工程において市町村に対して必要な助言や解析結果等の提供を行うことで、計画策定・実行に関する支援を行う。

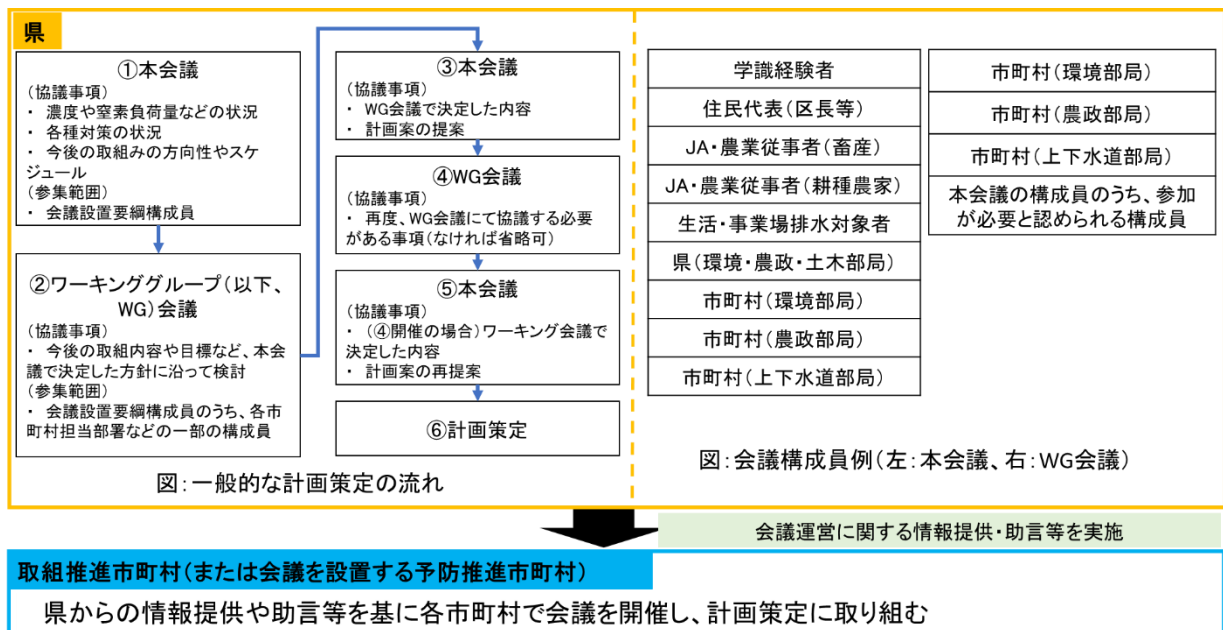


図4-17 計画策定・実行における役割

(6) 計画の評価・更新等

個別計画に基づく各取組みの進捗状況は、会議等により定期的に確認するとともに、計画で定めたそれぞれの目標に対する達成状況を定量的に把握し、評価することが重要である。また、目標未達成の場合、計画期間終了後は速やかに次期計画に移行し、引き続き取り組むことが必要である。

そのため、計画終了時は各目標の進捗状況の確認のみならず、地下水質や地域の土地利用等の経年的な変化や課題等の整理を通じて、必要とされる取組みや設定すべき目標など、次期計画の内容を予め検討することが重要である。

市町村は、これまで県が実施してきた目標の評価方法例を基に、個別計画に基づく各取組みの進捗状況を定期的に確認する。その結果、目標が達成されていない場合は、県が実施するデータ解析結果を基に各市町村の地下水質等の変化や課題等の整理を行い、次期計画の内容の検討を行う（図4-18）。

県は、各市町村から提供を受けた個別井戸や水道水源の地下水調査と県の調査結果を集約し、地下水質等の網羅的かつ詳細なデータ解析を実施する。また、市町村に解析結果の情報提供等を行うことで、計画の評価・更新等に関する支援を行う。

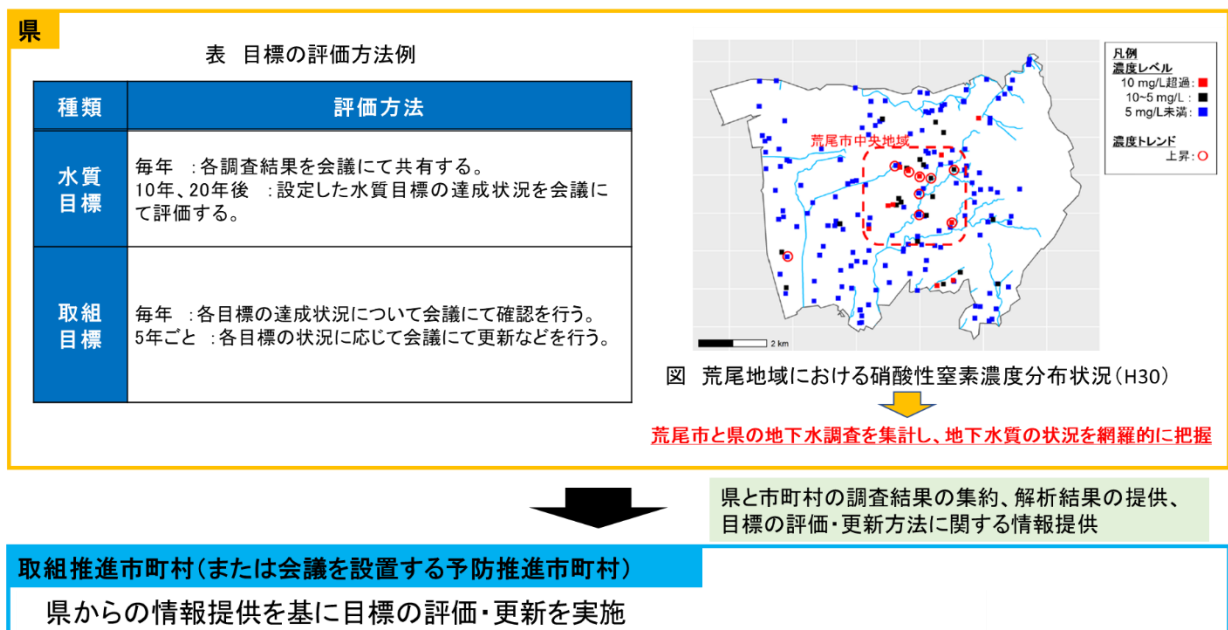


図4-18 計画の評価・実行における役割

第5章 基本計画の目標

1 目標について

本計画では、良好な地下水質の保全のため、表5-1、5-2の目標を設定する。
各市町村はこの目標を踏まえ、個別計画における目標を設定する。

2 計画期間

令和6年（2024年）4月～令和26年3月

表5-1 水質目標

指標	現状	目標
取組推進市町村数	11市町 R5年度(2023年度)	R25年度(2043年度)(基本計画策定後20年後) までに10%以下、将来的に0%
基準超過井戸数	55井戸 R4年度(2022年度)	R25年度(2043年度)(基本計画策定後20年後) までに10%以下、将来的に0%
基準超過した井戸に おける飲用指導率	100%	100%を維持

表5-2 取組目標

指標	現状	目標
取組推進市町村の 計画策定率	—	R8年度(2026年度)(県全体計画策定後3年後) までに100%
予防推進市町村の 計画策定率*	—	R10年度(2028年度)(県全体計画策定後5年 後)までに100%

※予防推進市町村については、県との協議や実態把握等の結果によっては指針等での策定も可とする。

2 目標達成のためのロードマップ

取組推進市町村は、予防推進市町村と比較してより優先して取組むことが重要であることから、県は、本計画策定後直近3年間（令和6年度（2024年度）～令和8年度（2026年度））を取組推進市町村重点支援期間とし、特に対策が急務な熊本地域内の取組推進市町村から重点的に計画策定の支援を実施する。また、令和9年度（2027年度）～令和10年度（2028年度）の2年間は、予防推進市町村重点支援期間とし、先行事例に関する情報提供等を行い、計画策定の支援を実施する（図5-1）。なお、予防推進市町村については、県との協議や実態把握等の結果によっては計画以外の指針等での策定も可とする。

また、県は各市町村における水道普及状況、水道水源及び個別井戸の硝酸性窒素濃度を踏まえて、基本計画の見直しを図ることとする。

年度	R5	R6	R7	R8	R9	R10
県	県計画策定	取組推進市町村重点支援期間 取組推進市町村の計画策定率： R8年度(2026年度)までに100%			予防推進市町村重点支援期間 取組推進市町村の計画策定率： R10年度(2028年度)までに100%	
		対策が急務な取組推進市町村(熊本地域に該当する市町村など)に対して、重点的に支援を実施			予防推進市町村に対して、先行事例に関する情報提供等の策定支援を実施	
取組推進市町村		計画策定	計画策定	計画策定		計画評価
		適宜、県の支援を受けながら、県計画を基に計画策定				5年を目標に計画評価
予防推進市町村		計画※策定	計画※策定	計画※策定	計画※策定	計画※策定
		県計画を基に策定			県計画や先行事例を基に策定	

※予防推進市町村については、県との協議や実態把握等の結果によっては実態把握等の結果によっては指針等での策定も可とする。

図5-1 目標達成のためのロードマップ

資料編

1 窒素負荷量の算出方法

ここでは、第4章第1項の(3)その他の見える化推進で記載したエの市町村ごとの要因別窒素負荷量グラフ、オの土地利用メッシュ当たりの土地利用種別窒素負荷量マップに関する算出方法について記載する。

(1) 市町村ごとの要因別窒素負荷量の算出方法

農業、生活、産業に関するデータについて、原単位法に基づき、市町村別に式(1)―式(5)によりそれぞれ、水田、畑、畜産、生活、事業場の5つの要因ごとに算出した。

水田窒素負荷量 L_t (N-kg)

$$L_t = \alpha_t \times S_t \times R_t \quad (1)$$

α_t : 水稻の施肥基準 110 (N-kg/ha) 熊本県 : 「特別栽培農作物に係る表示ガイドライン」等における熊本県慣行レベル (2018)

S_t : 水田の面積 (ha) 農林水産省 : 2020年農林業センサス (2021)

R_t : 溶脱率 5% 熊本県 : 第二期荒尾地域硝酸性窒素削減計画 (2023)

畑窒素負荷量 L_f (N-kg)

$$L_f = \frac{\sum_{k=1}^n \beta_k A_k}{\sum_{k=1}^n A_k} \times S_f \times R_f \quad (2)$$

β : 作物別施肥基準 (N-kg/ha/年) 熊本県 : 「特別栽培農作物に係る表示ガイドライン」等における熊本県慣行レベル (2018)

A : 作物別作付面積 (ha) 農林水産省 : 平成18年度作物統計 (2007)

S_f : 畑の面積 (ha) 農林水産省 : 2020年農林業センサス (2021)

R_f : 溶脱率 25% 熊本県 : 第二期荒尾地域硝酸性窒素削減計画 (2023)

n : 作物種数 69

畜産窒素負荷量 L_l (N-kg)

$$L_l = \sum_{k=1}^{nl} w_k \times u_k \times R_l \quad (3)$$

nl : 家畜種数 3 (牛・豚・鶏)

w : 畜種別原単位 (N-kg/頭・羽/年) 熊本県 : 第二期荒尾地域硝酸性窒素削減計画 (2023)

u : 畜種別頭数・羽数 熊本県 : 令和2年度 (2020年度) 熊本県畜産統計 (2020)

R_1 : 溶脱率 25% 熊本県 : 第二期荒尾地域硝酸性窒素削減計画 (2023)

生活窒素負荷量 L_e (N-kg)

$$L_e = P_n \times \gamma \times R_u \times R_e \quad (4)$$

P_n : 単独浄化槽、未処理人口 熊本県 : 熊本県の汚水処理人口普及状況 (2022)

γ : 生活負荷原単位 (N-kg/人/年) 熊本県 : 第二期荒尾地域硝酸性窒素削減計画 (2023)

R_u : 浄化槽処理後の窒素残存率 10% 熊本県 : 第二期荒尾地域硝酸性窒素削減計画 (2023)

R_e : 溶脱率 25% 熊本県 : 第二期荒尾地域硝酸性窒素削減計画 (2023)

産業負荷量 L_{in} (N-kg)

$$L_{in} = l_{in} \times R_{in} \quad (5)$$

l_{in} : 産業窒素負荷量 環境省 : 水質総量削減に係る発生負荷量等算定調査業務報告書資料編 (2018)

R_{in} : 溶脱率 10% 熊本県 : 第二期荒尾地域硝酸性窒素削減計画 (2023)

(2) 土地利用メッシュ当たりの土地利用種別窒素負荷量算出方法

土地利用 (100m×100m メッシュ) (国土数値ダウンロードサイト 令和3年度 (2021年度) 土地利用細分メッシュデータ) のうち、実際に負荷が想定される土地利用を水田、その他の農用地、市街地等の3つに変換し、式(1) — 式(5)により市町村別に算出した負荷量 ($L_t, L_f, L_l, L_e, L_{in}$) を土地利用に振り分け、土地利用別負荷量を算出した。

(図資1②)。

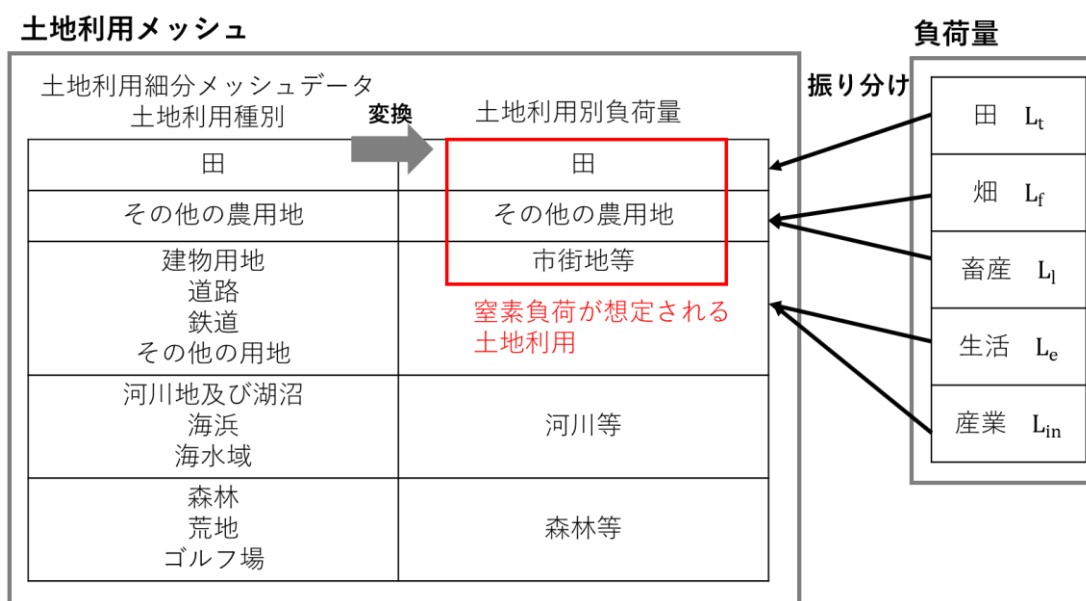


図 資一1 土地利用種の変換と土地利用別負荷量の算出方法

(3) メッシュ単位の土地利用と窒素負荷量の見える化

(2) で求めた土地利用別の負荷量を各土地利用のメッシュ数で除することで、メッシュ当りの負荷量を算出し、オ 土地利用メッシュ (100m×100m) 当たりの土地利用種別窒素負荷量 (図4-8) を作成した (図資2)。

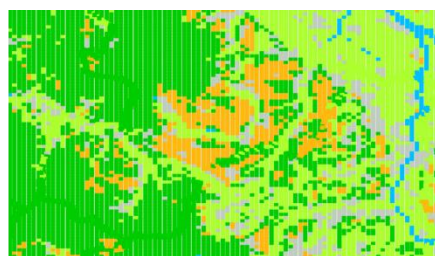


図4-4 取組推進区域及び土地利用状況 (例)



図4-8 土地利用メッシュ当たりの土地利用種別窒素負荷量 (例)

負荷量変換

土地利用	負荷量	メッシュ数	メッシュ当り負荷量
田	L_t	N_t	L_t/N_t
その他の農用地	$L_f + L_l$	N_f	$(L_f + L_l)/N_f$
市街地等	$L_e + L_{in}$	N_c	$(L_e + L_{in})/N_c$

森林等・河川等は負荷量0 N-kg/meshで計算

図 資一2 土地利用種別窒素負荷量の算出方法

(4) 市町村別要因別負荷量割合の算出

また市町村ごとの負荷量要因の特徴を把握するため、要因別の負荷量を割合で表し、エ 市町村ごとの要因別窒素負荷量 (図4-7) を作成した。

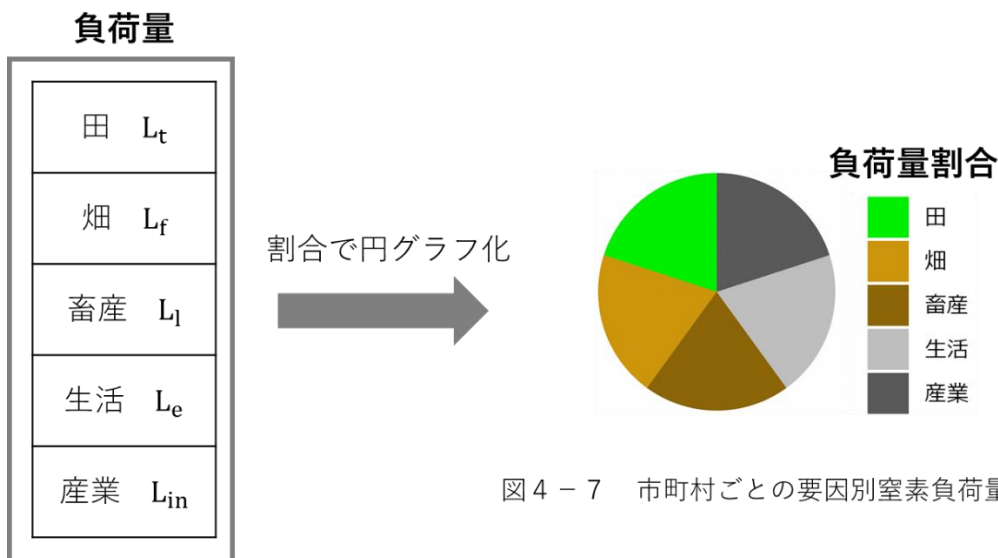


図4-7 市町村ごとの要因別窒素負荷量 (例)

図 資一3 各市町村別の負荷量割合の算出方法

2 荒尾地域における新しい環境×農業の取組み

荒尾市における果樹農家及び畜産農家を対象としたヒアリング調査では、樹体の高齢化や生育障害防止等の理由により施肥基準を超えた事例も確認されており、果樹農家から、施肥管理に繋がる土壌分析について更なる支援の要望があった。また、荒尾地域における果樹農家では、堆肥の施用も行われている実態も踏まえて、堆肥分析も併せて行うことにより、施肥に関する取組みをさらに促進することとした（図 資一4）。

この取組みは、施肥コストの削減に繋がるだけでなく、農作物の品質・収量の維持・向上に繋がる可能性があり、農家へのメリットも期待できる。また、土壌分析の重要性が高まることで、既存のグリーン農業の推進にも波及効果が期待できる（熊本県、2023）。

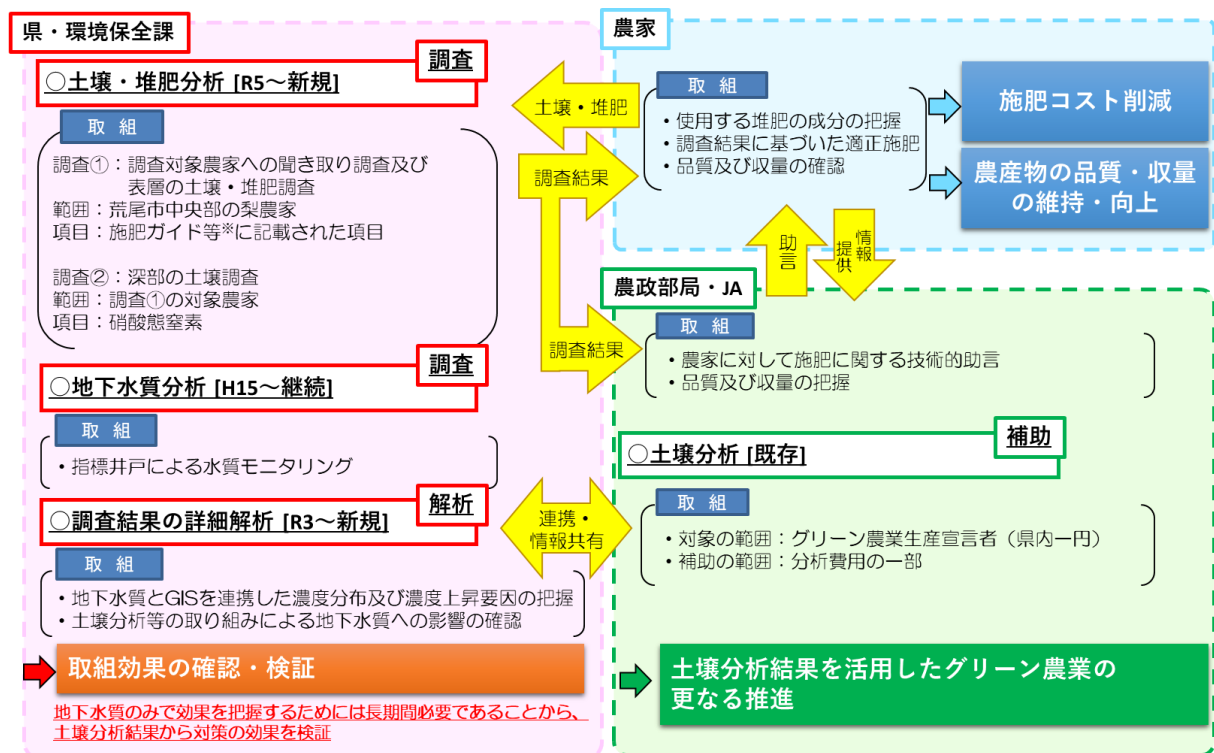


図 資一4 荒尾地域における新しい環境×農業の取組み

3 荒尾地域における新しい環境×水道の取組み

荒尾市において、水道普及率自体は第一期計画策定時よりも上昇しているが、水道普及地域以外における飲用井戸対策は重要である。また、水道普及地域であっても、硝酸性窒素濃度が水質基準を超える井戸水を飲用利用している可能性がある。そのため、荒尾市内の飲用井戸において、パックテストを用いた簡易水質検査を行うことで、結果に応じて井戸所有者に対して飲用井戸等衛生対策要領に基づく水質検査や水道への切り替え啓発等が可能となり、荒尾市民の健康被害の防止に寄与するとともに、持続可能な水道の運営にも繋がることを期待される（熊本県，2023）。

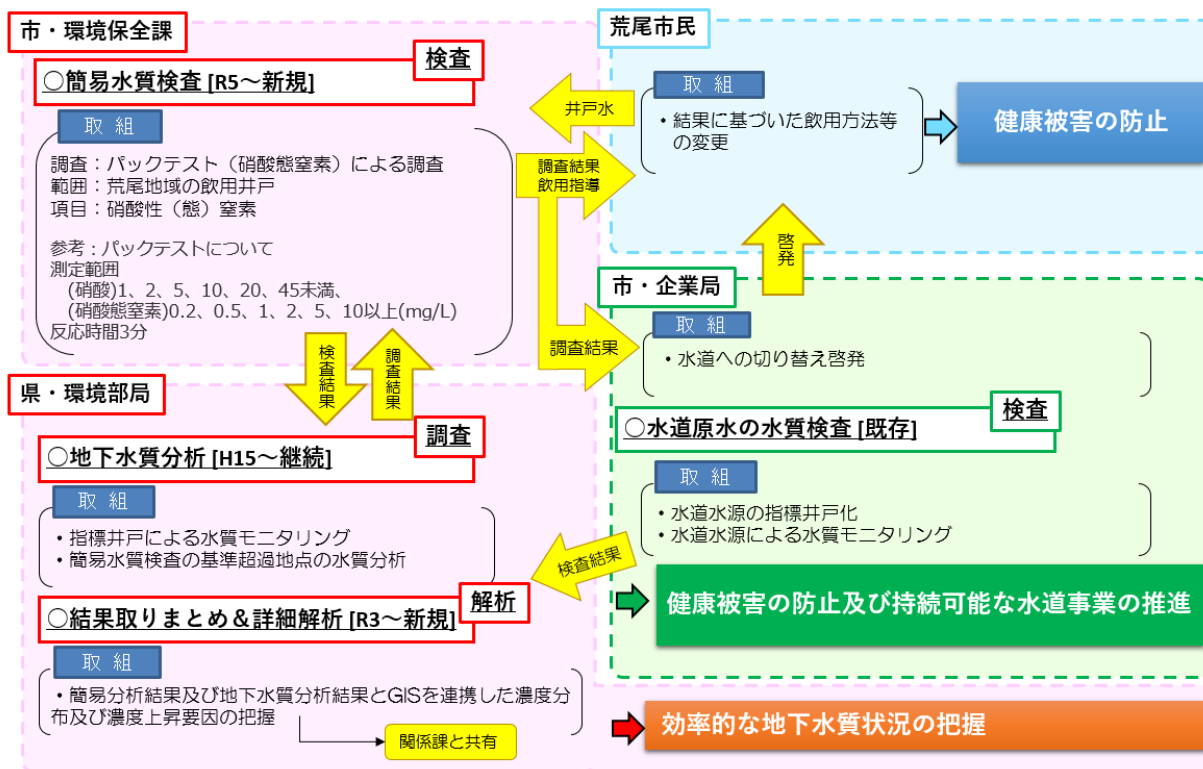


図 資—5 荒尾地域における新しい環境×水道の取組み

参考文献

- 荒尾市：荒尾市水道ビジョン，URL：<https://www.city.arao.lg.jp/kurashi/suido/jigyo/page11026.html>（最終アクセス日；2022/11/7）（2018）。
- 荒尾市：第6次荒尾市総合計画（荒尾市人口ビジョン・第2期あらお創生総合戦略）令和2年度～令和7年度，URL：https://www.city.arao.lg.jp/pdf/d1Pq=67577_filelib_77d58020db516774bea7cc56fb06f8eb.pdf（最終アクセス日；2022/11/7）（2020）。
- 荒尾市：第6次荒尾市総合計画（仮称）策定に向けた討議課題集『データで読み解く荒尾市』，URL：https://www.city.arao.lg.jp/pdf/d1Pq=67469_filelib_a947df19b9aa2c210030b97cf0007f6d.pdf（最終アクセス日；2022/11/7）（2020）。
- 金澤晋二郎：土・堆肥の基本概念について（2003）。
- 環境省：平成30年度（2018年度）水質総量削減に係る発生負荷量等算定調査業務（2018）。
- 環境省：令和元年度（2018年度）地下水質測定結果（2020）。
- 環境省：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），URL：https://www.env.go.jp/water/chikasui/no3_project/index.html（最終アクセス日；2022/11/7）。
- 環境省：硝酸性窒素等地域総合対策ガイドライン，URL：https://www.env.go.jp/water/chikasui/post_91.html（最終アクセス日；2022/11/7）（2020）。
- 環境省：環境基準について，URL：<https://www.env.go.jp/kijun/tika.html>（最終アクセス日；2022/11/7）。
- 環境省：「硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素に係る土壌管理指針」について，URL：<https://www.env.go.jp/hourei/06/000009.html>（最終アクセス日；2023/8/28）
- 環境省：地下水質測定結果，URL：<https://www.env.go.jp/water/suiiki/index.html>（最終アクセス日；2023/8/28）
- 環境省：水質総量削減に係る発生負荷量等算定調査業務報告書資料編（2018）
- 熊本県：水質調査報告書（公共用水域及び地下水），URL：<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/51/143083.html>（最終アクセス日；2023/10/1）（2007-2020）。
- 熊本県：荒尾地域硝酸性窒素削減計画，URL：<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/51/5570.html>（最終アクセス日；2022/11/7）（2003）。
- 熊本県：熊本地域硝酸性窒素削減計画，URL：<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/51/5571.html>（最終アクセス日；2022/11/7）（2005）。
- 熊本県：「特別栽培農産物に係る表示ガイドライン」等における熊本県慣行レベル（2018）。
- 熊本県：「第2期地下水と土を育む農業の推進に関する計画」について，URL：<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/74/50299.html>（最終アクセス日；2022/11/7）（2020）。
- 熊本県：第四次熊本県環境基本指針・第六次熊本県環境基本計画，URL：<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/49/103587.html>（最終アクセス日；2022/11/7）（2021）。
- 熊本県：熊本県水道ビジョン，URL：<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/51/5633.html>（最終アクセス日；2022/11/7）（2015）。
- 熊本県：熊本県の汚水処理人口普及状況，URL：<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/104/149117.html>（最終アクセス日；2022/11/7）。
- 熊本県：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，URL：<https://www.pr>

ef.kumamoto.jp/soshiki/49/5554.html(最終アクセス日; 2023/8/28)(2020).

熊本県: 令和2年度(2020年度)熊本県畜産統計(2020)

熊本県: 第二期荒尾地域硝酸性窒素削減計画(2023)

厚生労働省: 新水道ビジョンについて, URL: https://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/newvision/1_0_suidou_newvision.html (最終アクセス日; 2022/11/7).

厚生労働省: 空調用水配管からの汚染水混入による水質異常の発生について, URL: <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000868166.pdf> (最終アクセス日; 2022/11/7).

厚生労働省: 水道水質基準について, URL: https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/ki_jun/index.html (最終アクセス日; 2022/11/7).

厚生労働省: 亜硝酸態窒素に係る水質基準の設定等について, URL: <https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10601000-Daijinkanboukouseikagakuka-Kouseikagakuka/0000034567.pdf> (最終アクセス日; 2022/11/7).

国土交通省: 国土数値情報ダウンロードサービス, URL: <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (最終アクセス日; 2022/11/7).

嶋田純ら: 持続可能な地下水利用に向けた挑戦, p.65-69(2016).

田中淳子ら: 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, 49, No. 7, p1661-1665(1996).

内閣官房: 水循環基本計画, URL: https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/mizu_junkan/about/basic_plan.html (最終アクセス日; 2022/11/7).

日本水道協会「上水試験方法・解説編」(1993).

日本水道協会: 水道統計(2007-2020)

農林水産省: 令和2年(2020年)市町村別農業産出額, URL: https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/nousan/r2/index.html (最終アクセス日; 2022/11/7).

農林水産省: 2020年農林業センサス(2021)

農林水産省: 平成18年(2006年)作物統計(2007)

平田健正: 土壌・地下水汚染と対策, p131(1996).

廣畑昌章ら: 熊本県保健環境科学研究所報, 26, 86-90(1996).

廣畑昌章ら: 熊本県保健環境科学研究所報, 27, 71-76(1997).

北海道: 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素に係る健全な水循環確保のための基本方針, URL: <https://www.hro.or.jp/list/agricultural/center/seika/syosan/17-11-13.pdf> (最終アクセス日; 2023/2/3).