

都城盆地硝酸性窒素削減対策基本計画

良質な地下水を守るために



平成16年6月

宮崎県 鹿児島県 都城市 三股町 山之口町
高城町 山田町 高崎町 高原町 財部町 末吉町

目 次

第1章 計画の策定に当たって 1

- 1 計画策定の趣旨 1
- 2 計画の性格 1
- 3 計画の期間 2
- 4 計画の対象地域 2

第2章 硝酸性窒素について 3

- 1 硝酸性窒素と窒素循環 3
- 2 健康への影響 4
- 3 地下水の環境基準 4
- 4 水道法に基づく水質基準 4

第3章 対象地域の概要 5

- 1 地勢 5
- 2 盆地地域の地質等 5
- 3 人口、産業、気象、土地利用 7

第4章 地下水の状況 10

- 1 地下水の硝酸性窒素濃度 10
- 2 観測井の硝酸性窒素濃度 13

第5章 水道水源の状況 14

第6章 地下水への硝酸性窒素の負荷要因 15

- 1 河川や土壌などへの窒素供給量 15
- 2 地下水への影響 22
- 3 土地利用状況と硝酸性窒素濃度分布との比較 23

第7章 計画の目標と基本方針 25

- 1 目標 25
- 2 対策の実施に当たっての基本的な考え方 25

第8章 地下水保全のための硝酸性窒素負荷削減対策 27

- 1 家畜排せつ物対策 27
- 2 施肥対策 28
- 3 生活排水対策 29
- 4 その他の対策等 30

第9章 飲用水対策 31

- 1 水道水対策 31
- 2 飲用井戸水対策 31

第10章 計画の推進体制 32

- 1 計画推進のための体制づくり 32
- 2 各主体の役割 32
- 3 対策効果モニタリング 34
- 4 計画の進行管理 34

第 1 章 計画の策定に当たって

1 計画策定の趣旨

宮崎県南部から鹿児島県北東部にまたがり、大淀川上流域に位置する都城盆地は、一大地下水盆を形成しており、水道水源をはじめほとんどの用水を地下水に依存しています。都城盆地内の 1 市 8 町（宮崎県都城市、三股町、山之口町、高城町、山田町、高崎町及び高原町並びに鹿児島県財部町及び末吉町）（以下、これら市町を「盆地内 1 市 8 町」という。）では、この地下水を将来にわたって保全していくため、平成 7 年より「都城盆地地下水保全対策連絡協議会」を組織し、「宮崎大学地域共同研究センター」と共同で、地下水量や地下水質などの調査研究を行ってきました。

これによると、都城盆地の浅井戸の平成 12 年度調査結果は、硝酸性窒素濃度が全井戸の約 13% で「地下水の環境基準」及び「水道の水質基準」の 10mg/L を超えていました。水道水源として利用されている深井戸の硝酸性窒素濃度は現在のところ低い状態にありますが、水道水、生活用水及び産業用水を地下水に依存している都城盆地にとって、地下水の水質保全は極めて重要な課題となっています。

硝酸性窒素の発生源は、生活排水や家畜排せつ物、施肥、工場排水など多岐にわたるとともに、地下水の硝酸性窒素濃度が上昇するメカニズムも複雑です。

このため、宮崎県は、平成 15 年 5 月に、盆地内の硝酸性窒素削減対策について共通認識を醸成するとともに、削減計画の策定を協議するため、鹿児島県、盆地内 1 市 8 町の関係行政機関や関係団体、有識者等による「都城盆地硝酸性窒素対策推進連絡会議」を設立しました。

この連絡会議の総意を得て、地域の特性に応じた硝酸性窒素削減対策を盆地全体で計画的かつ効果的に講じていくために「都城盆地硝酸性窒素削減対策基本計画」を策定しました。

2 計画の性格

この「都城盆地硝酸性窒素削減対策基本計画」は、都城盆地に賦存する良質な地下水の水質保全を図るために、硝酸性窒素削減対策の基本的方向性を示したものです。

なお、地下水の水質が改善されるには長期間を要すると見込まれること、今後の技術の進展にあわせて追加的な対策を講じていく必要があることなどから、「基本計画」と「実行計画」に分けて策定することとしました。

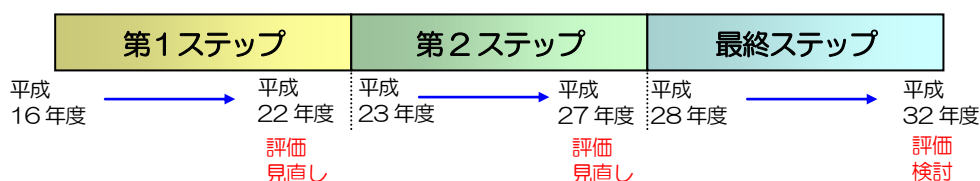
また、この計画は、宮崎県、鹿児島県、盆地内 1 市 8 町が共同で策定した計画としての意義を有するものであり、これらの行政機関が相互に連携して、より効果的・効率的な事業の推進を図るための指針となるものです。

3 計画の期間

地下水の硝酸性窒素対策については、その効果が現れるまでに長期間を要すると見込まれており、計画的かつ段階的に継続して対策を講じていく必要があります。

このため、この基本計画は、平成 16 年度（2004 年度）から平成 32 年度（2020 年度）までの 17 年間を計画期間とします。

なお、計画期間が長期にわたるため、期間全体を第1ステップ(平成16年度から同22年度)、第2ステップ(平成23年度から同27年度)、最終ステップ(平成28年度から同32年度)に分け、各ステップ終了時に対策の進捗状況や地下水質の改善状況について評価を行い、必要があれば次のステップに追加的対策を講じていきます。



4 計画の対象地域

この基本計画は、宮崎県の1市6町（都城市、三股町、山之口町、高城町、山田町、高崎町、高原町）と鹿児島県の2町（財部町、末吉町）を対象とします。



※図中の矢印は河川の流下方向を示す

図 対象地域の概要

第2章 硝酸性窒素について

1 硝酸性窒素と窒素循環

窒素は、大気中の成分の約 80%を占める無色、無味、無臭の気体として存在し、水に溶けにくく、常温では化学反応を起こしにくい性質を持っています。植物は、窒素を硝酸塩^{*1)}やアンモニウム塩^{*2)}の形で根から吸収し、これと炭水化物からアミノ酸やタンパク質を合成します。動物は、このタンパク質を食物として取り入れ、これを分解して尿素や尿酸として窒素を排出します。この排せつ物や生物の死体は微生物によって分解され、アンモニアまたはアンモニウム塩となり、微生物の働きで硝酸塩となります。また、土壌中の窒素化合物の一部は、微生物の働きによって窒素として大気中に放出されます。

このように窒素は循環していますが、生活排水や工場排水、家畜排せつ物、施肥などの負荷が増加することにより、土壌への窒素負荷が増加します。土壌中の窒素は、土壌微生物などの働きにより硝酸性窒素^{*3)}に変化しますが、このうち脱窒^{*4)}、揮散^{*5)}が行われなかった、又は植物に吸収されなかった窒素は、土壌から溶脱^{*6)}し、地下水の硝酸性窒素濃度を上昇させます。

また、地下水中の硝酸性窒素は、通常の水処理や煮沸、塩素処理では取り除くことは困難です。

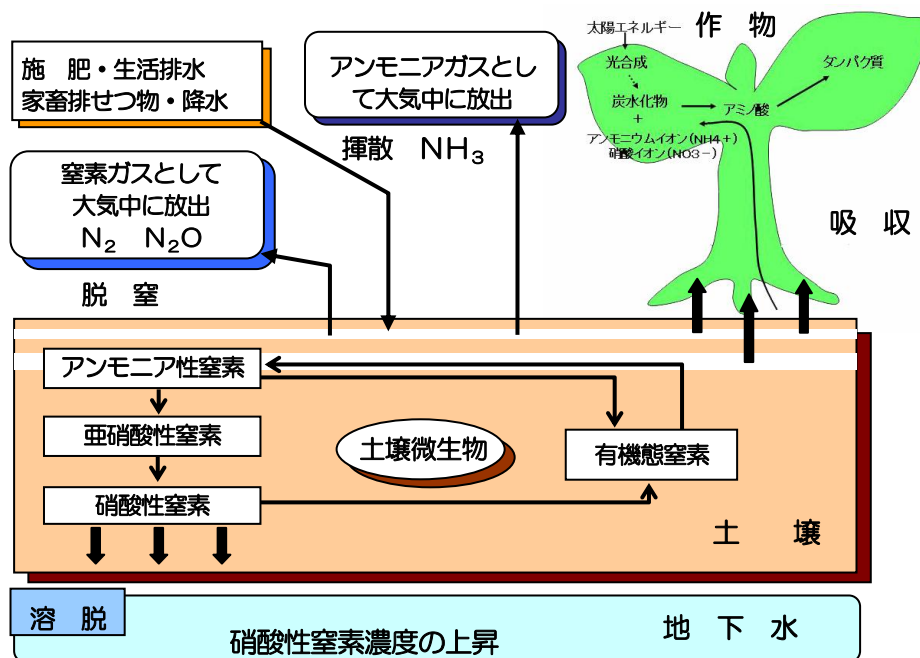


図 窒素循環

*1) 硝酸 (HNO_3) の水素イオンが金属などの陽イオンと置き換えられ、硝酸ナトリウム ($NaNO_3$) や硝酸カリウム (KNO_3) などになったもの

*2) アンモニウムイオン (NH_4^+) を陽イオンとして持つ塩類のことで、塩化アンモニウム (NH_4Cl) などがある

*3) 硝酸イオン (NO_3^-) の形をした窒素

*4) 硝酸性窒素が微生物等により還元され、空气中にガスとして放出されること

*5) 揮発性の成分が大気中に気化すること

*6) 降雨量が蒸発量を超えると、土壌中の溶解性物質が水の流れによって流送される過程

2 健康への影響

飲料水などに硝酸性窒素が多く含まれていると、その一部は消化器系内の微生物により還元^{*1)}されて亜硝酸塩となって吸収され、血液中のヘモグロビンと結合してメトヘモグロビンとなります。このようにして形成された血中のメトヘモグロビン濃度が 10%以上になると、酸素供給が不十分となり、チアノーゼ症状を呈するメトヘモグロビン血症となることが知られています。硝酸性窒素と同様に亜硝酸性窒素もメトヘモグロビン血症の原因となります。

メトヘモグロビン血症になりやすいのは、主として乳児です。硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素による地下水などの汚染に起因する乳幼児のメトヘモグロビン血症は、わが国における報告例はないものの、欧米においては死亡例も含め多数報告されています。

3 地下水の環境基準

環境基本法に基づく環境基準は、人の健康を保護し、生活環境を保全する上で維持することが望ましい基準として定められたものです。

地下水については、平成 9 年 3 月環境省告示第 10 号により「地下水の水質汚濁に係る環境基準」（以下、「環境基準」という。）として定められており、「硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素」は、平成 11 年 2 月にそれまでの要監視項目から環境基準項目に移行され、環境基準は以前と同じ「10mg/L 以下」です。

4 水道法に基づく水質基準

水道法に基づく水質基準は、水道に供給される水が備えるべき要件であり、水道法第 4 条に基づき、水質基準に関する省令（平成 15 年 5 月 30 日）により定められています。厚生労働省が平成 15 年 5 月 30 日に改正した新しい水道水質基準は、「硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素^{*2)}」について以前に定めていた基準と同じ「10mg/L 以下」です。

<参考文献>

- 1) 豊満幸雄，武藤勲，杉本安寛：都城盆地における地下水の硝酸性窒素濃度，都城盆地の地下水保全に関する研究 平成 10・11・12 年度調査研究成果報告書 都城盆地地下水保全対策研究会，（平成 14 年 3 月）
- 2) 硝酸性窒素による地下水汚染対策の手引，環境省水環境部地下水・地盤環境室監修 公害研究対策センター，（平成 14 年 3 月）
- 3) 農林水産省ホームページ(<http://www.maff.go.jp/soshiki/seisan/syosan/nitrate-header.htm>)
- 4) 平田健正著：土壌・地下水汚染と対策，（社）日本環境測定分析協会，環境庁水質保全局水質管理課・土壌農業課監修，p150-151(1996)

*1) 酸化された物質を元に戻す過程のことを言う。

*2) 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素より名称が変更された。

第3章 対象地域の概要

1 地勢

都城盆地は東を^{わにつか}鰐塚山地、西を^{きりしま}霧島山地に挟まれています。一方、南部には東西に見られるような急峻な山地はありませんが、南方に向かって緩やかに高度を増す台地が広がっています。

主要河川で見ると、盆地中央部を南から北に流れる大淀川に向かって、左右岸から複数の支川が流れ込んでいます。

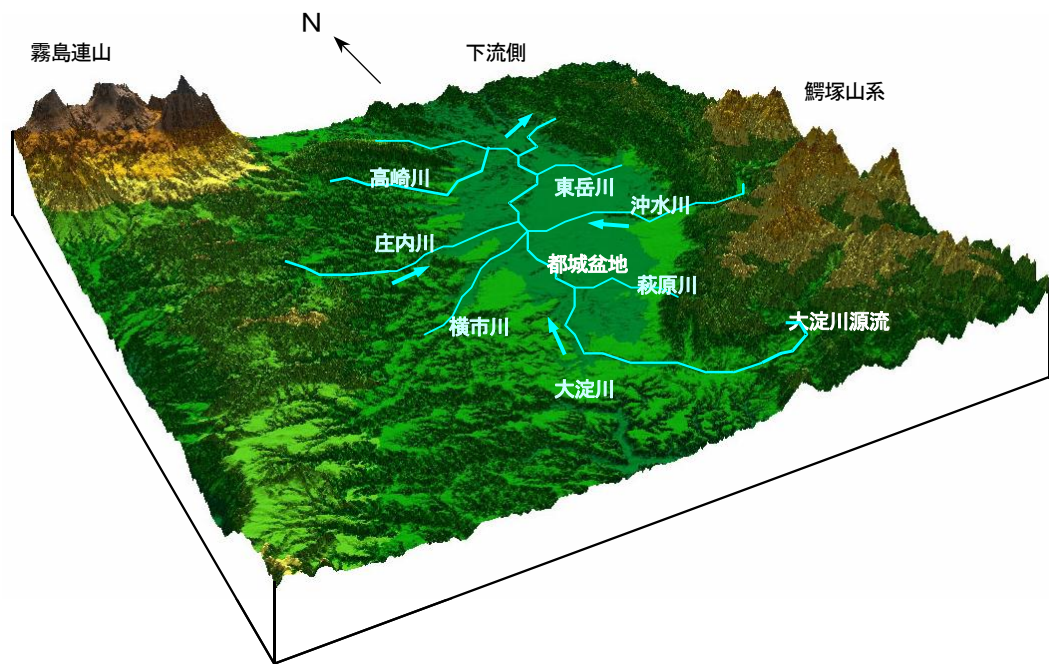


図 都城盆地の地形鳥瞰図^{ちやうきんず}

2 盆地地域の水理地質構造

都城盆地は、東西に分布する山地の間のくぼ地(断層ができ陥没して生じたものと言われている)に始良カルデラ^{*1)}から噴出した火砕流が流出し、火山灰土(シラス)などが堆積して形成されたものです。

盆地内の地下水は、不透水層の^{ようけつぎようかいがんそう}溶結凝灰岩層^{*2)}を境として、浅層と深層地下水の2つに分かれています。浅層地下水は、降水が直接かん養された不圧の地下水層^{*3)}です。一方、深層地下水は、不透水層である溶結凝灰岩層の下にあり、加圧されているため、被圧状態^{*4)}となっています。しかし、溶結凝灰岩の分布は偏っており、浅層地下水と深層地下水は完全に分離しているとは言いきれません。

浅層地下水の帯水層^{*5)}は、主にシラスで形成されており、深層地下水の帯水層は主に都城層、末吉層^{*6)}で形成されています。

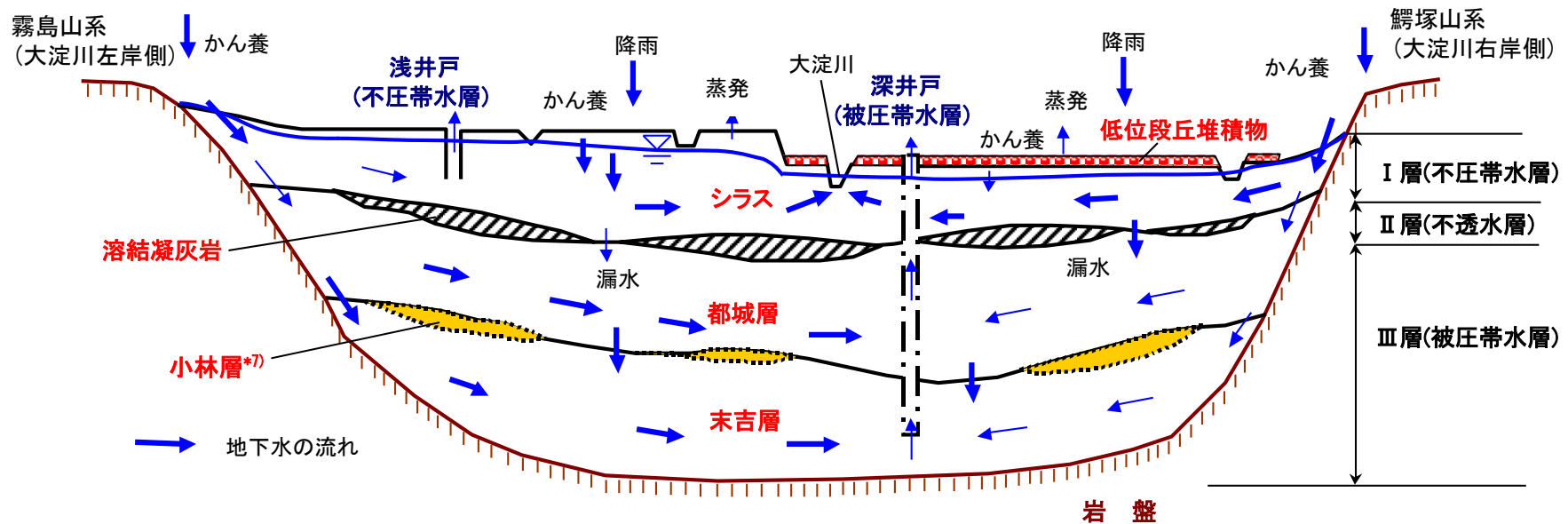


図 都城盆地の地質及び地下水流動の特徴

*1) 錦江湾を中心とした火山性の陥没地形。過去の大噴火で、大量の火山灰が噴出した。

*2) 火山灰や溶岩、水蒸気ガスなどを含んだ高温の粉体流が地形の低い所に集まり、内部が溶解した後に冷却・固化して岩石となったもので、透水性が低く、地下水を通しにくい性質がある。

*3) 不圧地下水層は自由地下水層とも呼ばれ、降雨や河川などからの浸透水が不透水性の地質の上に溜まったものである。

*4) 被圧地下水層とは、地下水の上面に不透水性の地質などがあり、圧力が高くなっている地下水層のことを言う。

*5) 地下水を蓄えている層

*6) 主に砂れき、砂、粘土が堆積した層で、都城盆地における被圧地下水の帯水層となっている。

*7) 溶結凝灰岩層と同じく火山灰や溶岩が堆積・固化して形成された層で、上層の溶結凝灰岩層よりも古い時代の地層である。性質は溶結凝灰岩層と同じであるが、層厚が薄く局所的にしか分布していない。

3 人口、産業、気象、土地利用

(1) 都城盆地の人口

平成 12 年度現在、盆地内 1 市 8 町の総人口は約 24 万人となっています。盆地の人口は、昭和 60 年度前後まで緩やかな増加傾向を示していましたが、昭和 60 年度以降はほぼ横ばいの状態が続いています。

(2) 産業

ア 産業構造

盆地内 1 市 8 町の平成 12 年度における一次、二次、三次産業の所得の比率は、一次産業 7%、二次産業 26%、三次産業 67%となっています。また、昭和 45 年度と平成 12 年度で各産業の所得比率を比較すると、一次産業の比率は 17%から減少しており、その他の産業の比率が若干高くなっています。

イ 農業

平成 12 年度の盆地内 1 市 8 町の作付面積をみると、都城盆地は畜産が盛んな地域である関係から、飼料作物が約 14,800ha と最も多く、続いて水稻の約 6,300ha となっています。また、昭和 45 年度と平成 12 年度で比較すると、米の作付面積は減反などの影響で半減しています。一方、飼料作物、野菜などの作付面積は増加しています。

ウ 畜産

平成 12 年度の盆地内 1 市 8 町の家畜飼養頭羽数は、乳用牛約 1 万 2 千頭、肉用牛約 10 万 5 千頭、豚約 43 万頭、鶏約 930 万羽となっています。昭和 45 年度と平成 12 年度の家畜飼養頭羽数を比較すると、肉用牛、豚の飼養頭数は 2 倍程度、鶏の飼養羽数は 10 倍程度に増加しています。

(3) 気象

ア 降水量

都城盆地の年降水量は平均 2,500mm 程度で、全国の平均値(1,700mm 程度)よりも約 800mm 多くなっています。

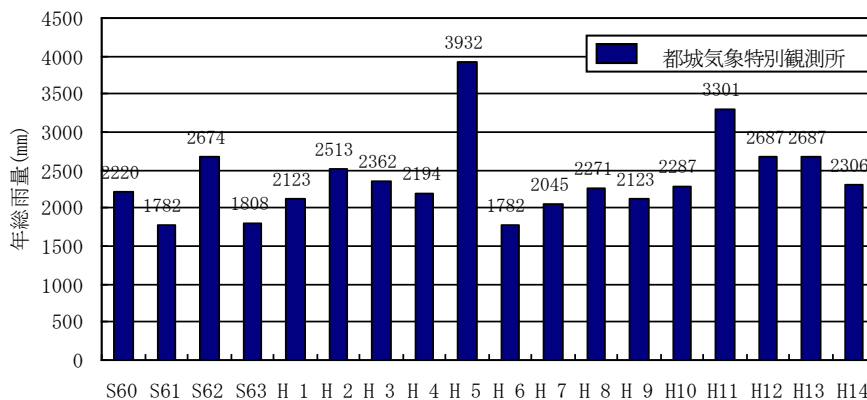


図 都城盆地における降水量の経年変化（都城気象特別観測所）

イ 平均気温

平成 11 年～15 年の都城盆地の年平均気温は 16.6～16.8℃です(都城特別気象観測所のデータ)。また、昭和 30 年～40 年の年平均気温は 15.5～16.0℃程度であり、若干上昇傾向がみられます。

ウ 蒸発散量

流域に降る雨の一部は、地表面から蒸発・発散します。近年の気温から推定した都城盆地の年間の蒸発散量^{*1)}は、600mm 前後で推移していることから、年降水量 2,500mm から蒸発散量 600mm を差し引いた 1,900mm が、河川への表面流出と地下水への浸透分に相当すると考えられます。

エ 河川流量

樋渡地点^{*2)}における河川の流量は、渇水流量^{*3)}でも 20m³/s 程度となっており、同じ規模の流域面積を持つ河川に比べると水量は豊富です。

*1) 地上に降る降雨のうち、地表を流れたり、地下に浸透せずに空気中に逃げる水分のことを蒸発散量と言う。

*2) 都城盆地大淀川下流域の大淀川河川流量観測点

*3) 年間の日平均流量のうち、最も小さい流量から数えて 10 番目の流量

(4) 土地利用の状況

都城盆地の土地利用状況は、市街化した区域は盆地中央部に集中し、河川周辺部には水田、市街化区域の周囲には畑地が多く分布しています。また、盆地周辺部には森林が広がっています。

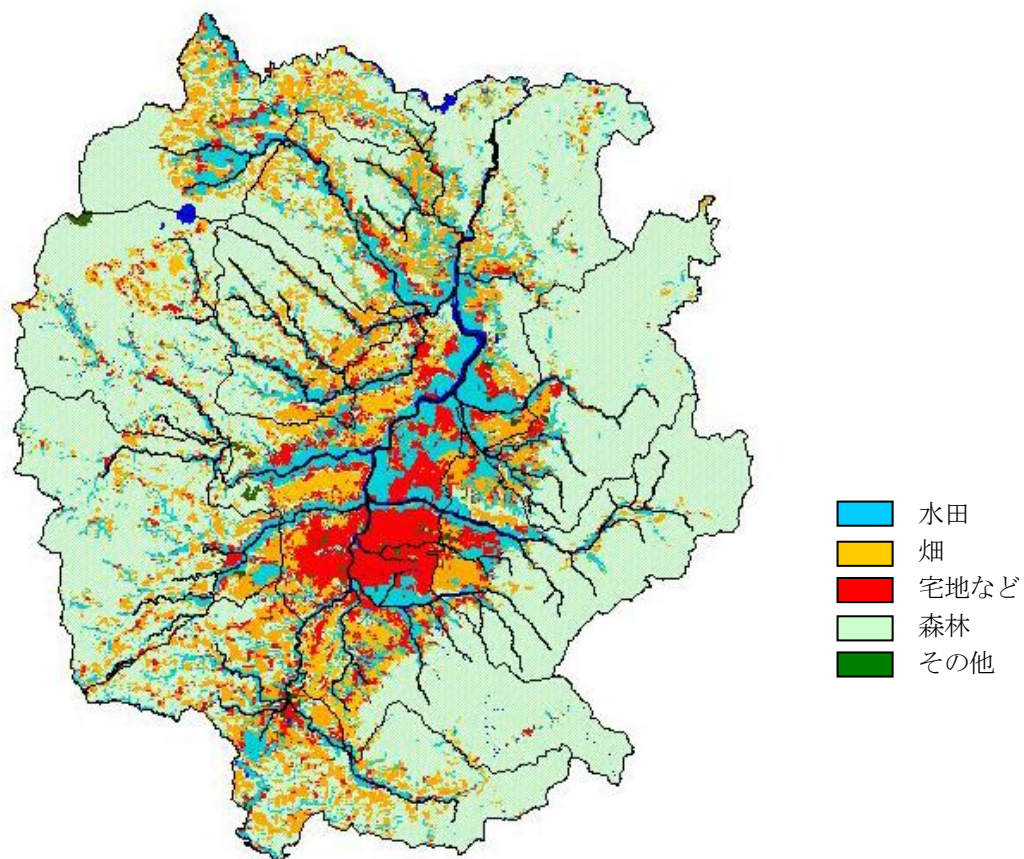


図 土地利用の状況

(都城市域は平成 12 年度土地利用区分図(都城市役所提供)、8 町は平成 1 年度国土地理院数値地図による)

第4章 地下水の状況

1 地下水の硝酸性窒素濃度

「都城盆地地下水保全対策連絡協議会」は、平成7年11月から「宮崎大学地域共同研究センター」と共同で、地下水の調査を継続して実施しています。なお、この調査の対象井戸は、特定の地域に偏らないよう全域に分布するように選定しており、多くは一般家庭用の深さ20m以下の浅井戸で、一部工業用などの深井戸が含まれています。

都城盆地における平成8年度から14年度までの地下水の硝酸性窒素濃度の年度平均値は5.1～6.2mg/Lの範囲で推移しており、ほぼ横ばい傾向にあります。環境基準の10mg/Lを超える割合は11.5～16.2%と、全国環境基準超過率の4.9～6.5%と比較すると高い割合です。環境基準を超過している井戸は、周辺に何らかの発生源があると考えられますが、汚染メカニズムが複雑であることから特定に至っていません。

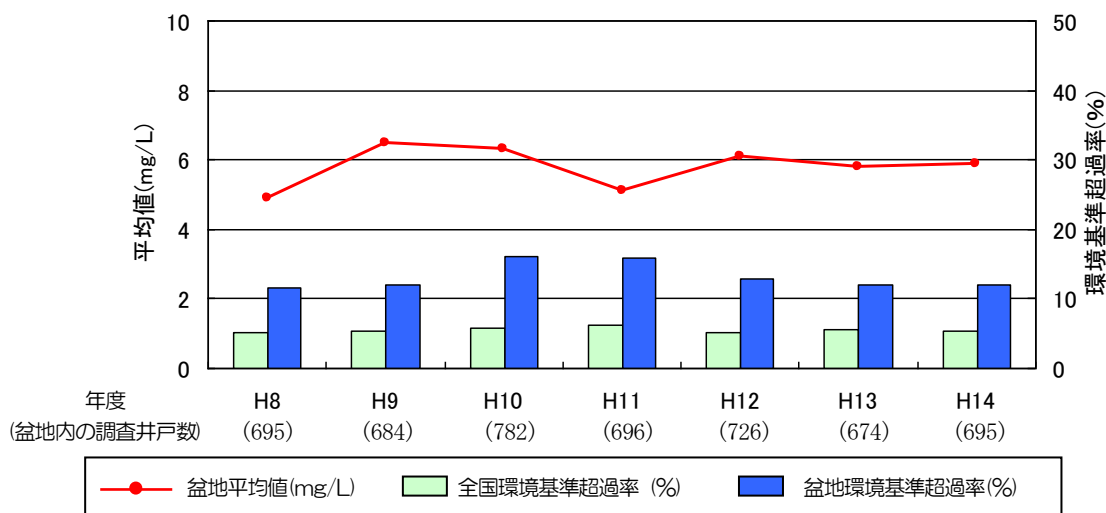


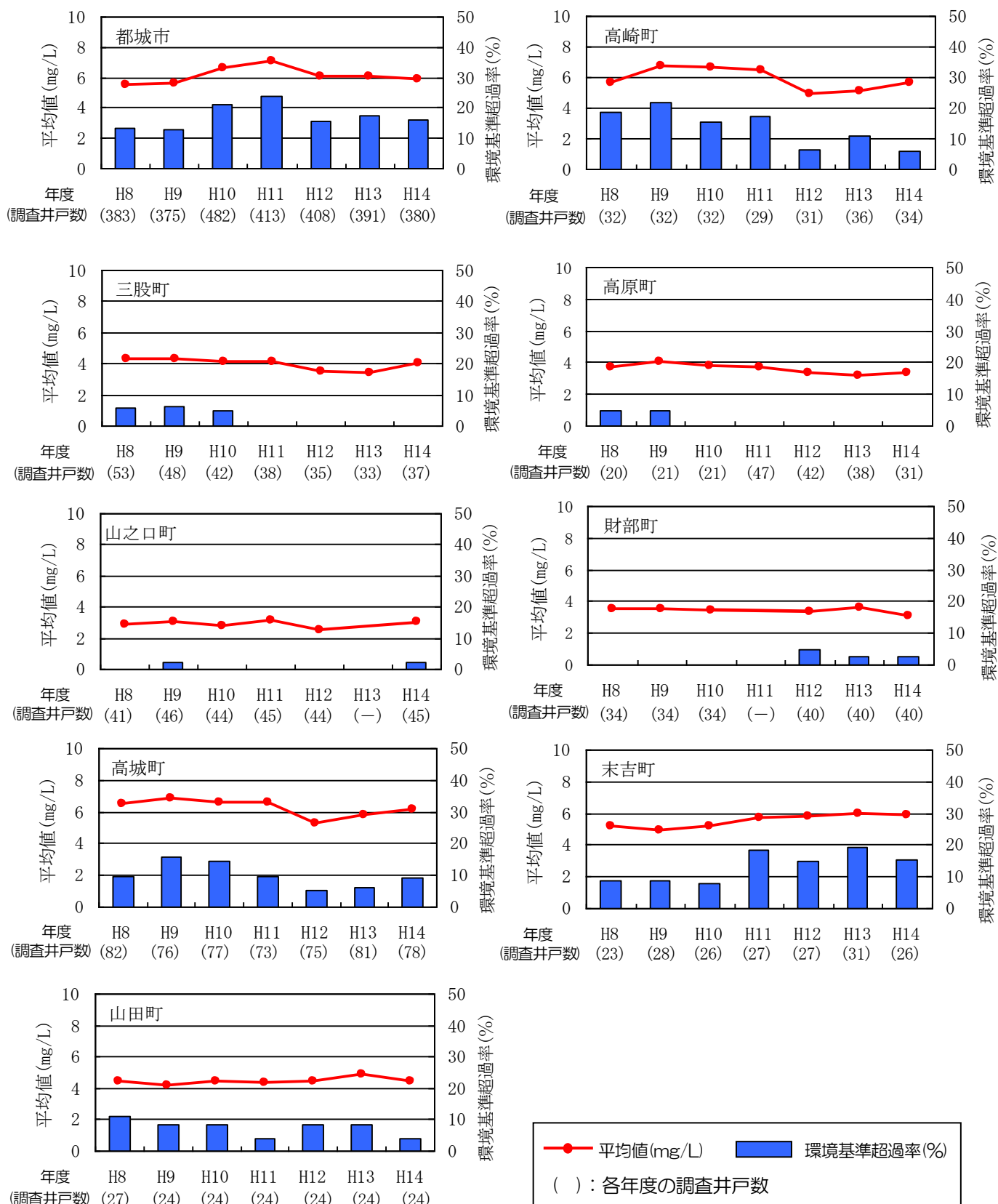
図 都城盆地における硝酸性窒素濃度の平均値及び環境基準超過率

※ 全国環境基準超過率は、環境省が全国の地下水の水質測定結果を取りまとめたもののうち、地下水質の全国的な状況の把握を目的とした概況調査において環境基準を超過した割合である。盆地の調査地点は、農林業センサスにおける農業集落を勘案し選定しており、また、基本的に毎回同じ地点を選定しているため、全国調査とは手法が若干異なる。

市町別にみると、都城市における地下水の硝酸性窒素濃度の年度平均値は5.5～7.1mg/Lの範囲で推移しており、環境基準超過率は、12.8～21.0%でした。

都城市以外の8町のうち、地下水の硝酸性窒素濃度の平均値が環境基準の50%値である5mg/Lを超えて推移しているのは、高城町、高崎町及び末吉町であり、5mg/L以下で推移しているのは三股町、山之口町、高原町、財部町でした。





※調査井戸は、基本的に毎回同じ井戸を選定しているが、途中で中止したり、新たに開始した井戸もある。

図 市町別の硝酸性窒素濃度の平均値及び環境基準超過率

都城盆地の浅層地下水の硝酸性窒素濃度が相対的に高い地域は、盆地南部の大淀川上流域と盆地中央部の大淀川左岸側、盆地北東部の大淀川下流域でした。これに比べ、盆地中央部の大淀川右岸側は、現状では硝酸性窒素濃度は相対的に低く、5mg/L 以下を示す地点がほとんどでした。

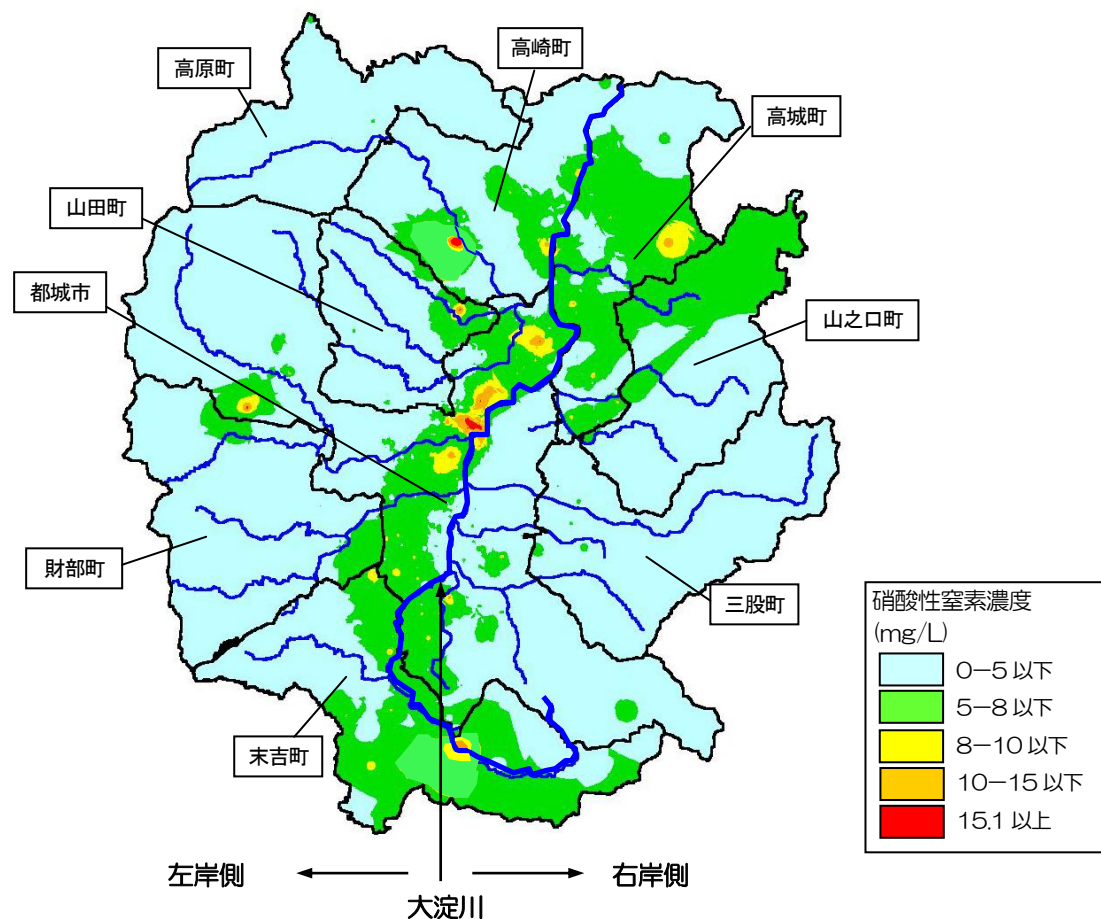


図 都城盆地の硝酸性窒素濃度分布

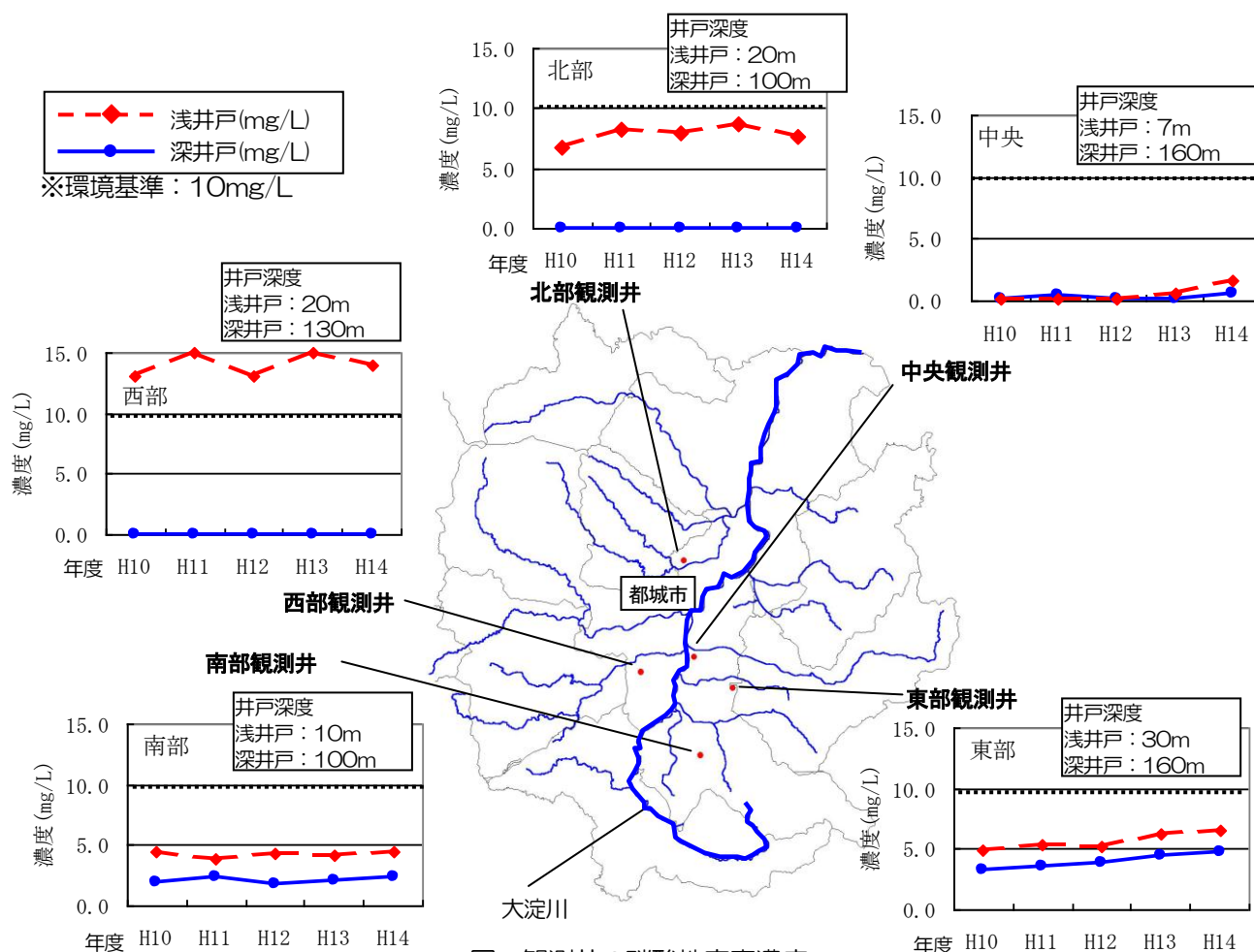
※平成 12 年度の調査結果に平成 15 年度に実施した盆地周辺部の追加調査結果を追加して作図
濃度分布は、各井戸の観測濃度を用いて線形補間により求めた(地下水流動による濃度拡散の偏りなどの影響は考慮していない)

2 観測井の硝酸性窒素濃度

宮崎県は、都城盆地内の5か所(東部、西部、南部、北部、中央)に深度が明確な浅井戸(不圧地下水)と深井戸^{*}(被圧地下水)の観測井を設け、平成10年度より毎月1回モニタリング調査を実施しています。

これら観測井の硝酸性窒素濃度の状況は次のとおりです。

北部では、浅井戸は6.8～8.7mg/Lで推移していますが、深井戸は1mg/L以下です。西部では、浅井戸が調査を開始した平成10年度より環境基準を超えています。深井戸は1mg/L以下です。中央では、浅井戸は1mg/L以下～1.7mg/L、深井戸は1mg/L以下で推移しています。東部では、浅井戸は4.8～6.5mg/L、深井戸は3.2～4.7mg/Lで推移しており、若干ですが上昇傾向がみられます。南部では、浅井戸は3.8～4.5mg/L、深井戸は1.8～2.4mg/Lで推移しています。



^{*} 都城盆地の地下水は浅層地下水と深層地下水に分かれており、その境界には不透水性の溶結凝灰岩が分布している。溶結凝灰岩層よりも浅いシラス層の不圧地下水を取水する井戸を浅井戸、深い位置にある都城～末吉層の被圧地下水を取水する井戸を深井戸としている。

第5章 水道水源の状況

都城盆地では、水道水のほか、農業用水や工業用水など、ほとんどの水利用を地下水に依存しています。

盆地1市8町の平成12年度の水道水源揚水量は、約2,600万 m^3 となっています。

また、盆地の水道水源の多くは、溶結凝灰岩が分布する地域にあり、主に深層地下水を取水しています。

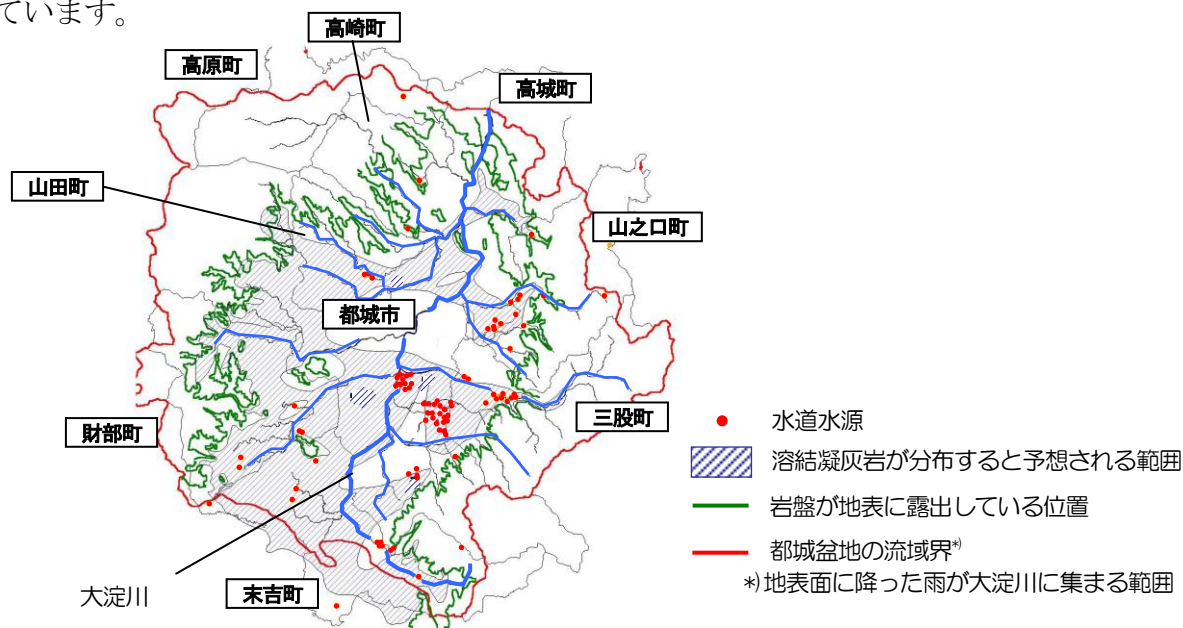


図 都城盆地内の水道水源位置

浄水^{*1)}の硝酸性窒素濃度は、都城市の1日平均浄水量が5,000 m^3 以上の浄水場^{*2)}では平成8年度から平成13年度までの平均値は1 mg/L 以下～1.7 mg/L の範囲でした。7町^{*3)}の代表的な浄水場での平均値は1 mg/L 以下～7.0 mg/L の範囲でした。なお、これらの浄水場のうち財部町は湧水を、山田町は浅井戸と深井戸の混合水を、その他はすべて深井戸を取水しています。

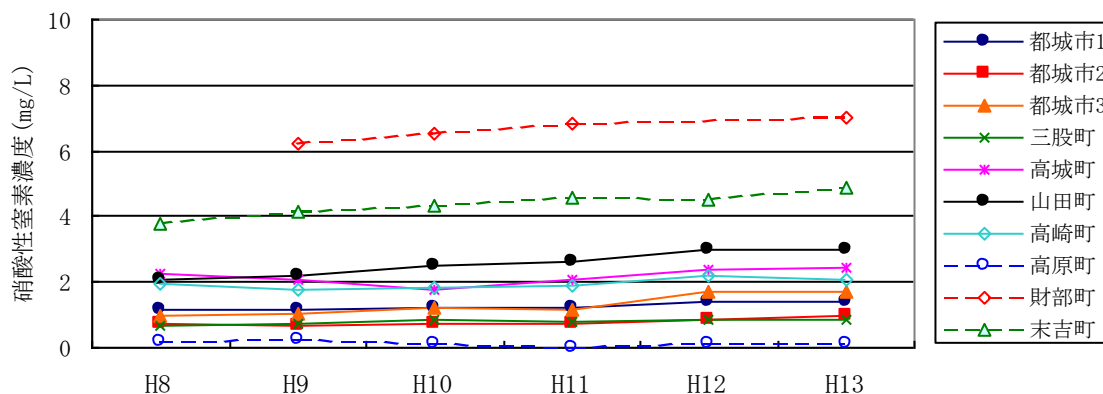


図 浄水場の硝酸性窒素濃度の平均値

出典：水道統計水質編 厚生労働省生活衛生局水道環境部水道整備課

*1) 浄水とは、浄水場で浄水処理を行った後の水で、水道水のこと

*2) 浄水場とは、水道水源用の井戸から揚水した水を集め、滅菌処理して各家庭に配水するための施設

*3) 山之口町は浄水としてのデータがないため記載していない

第6章 地下水への硝酸性窒素の負荷要因

1 河川や土壌などへの窒素供給量

地下水に含まれる硝酸性窒素の供給源あるいは汚染源としては、次に掲げる項目からの要因が考えられます。

- ①生活排水
- ②工場・事業場排水
- ③家畜排せつ物
- ④農用地への施肥
- ⑤森林(土壌に含まれる窒素)、住宅地(住宅地、路面などに堆積する窒素)
- ⑥降雨

ここでは、要因ごとに盆地内の河川や土壌などに供給されている窒素量（以下、「窒素供給量」という。）を算定しました。

なお、窒素供給量を検討する対象年は、各要因に関する詳細な統計データが得られている平成12年度としました。

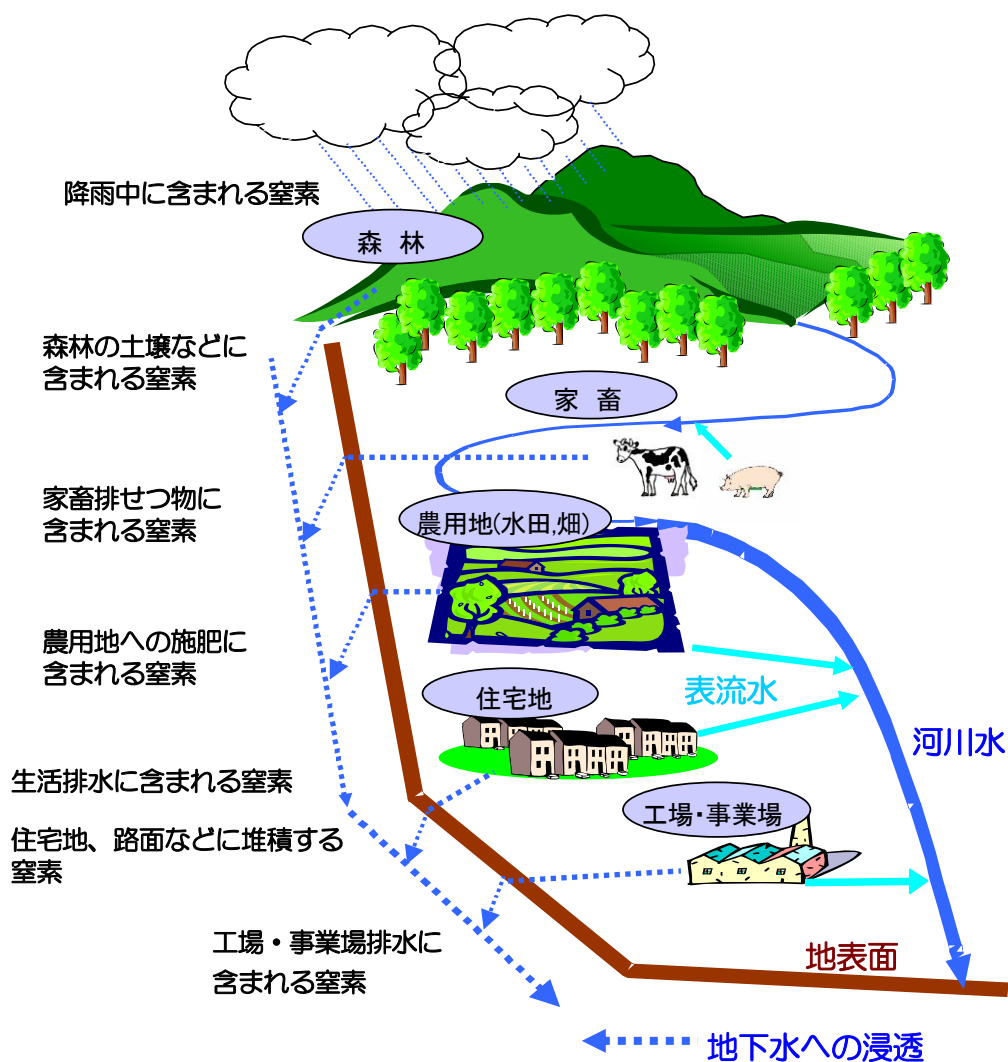


図 地下水の硝酸性窒素濃度上昇の原因

(1) 生活排水からの窒素供給量

私たちの日常生活から排出される生活排水^{※1)}にも窒素化合物が含まれており、生活雑排水が未処理のまま河川等に排出されたり、処理施設が適正な管理等が行われなければ、河川や地下水の硝酸性窒素濃度が上昇する原因となります。

生活排水から発生する窒素負荷は、その処理形態により河川や地下水に与える影響が異なります。し尿と生活雑排水を処理する下水道処理施設や農業集落排水施設、合併処理浄化槽からの窒素負荷量に比べ、単独処理浄化槽やくみ取りは生活雑排水を処理しないため、負荷が大きくなります。

盆地内1市8町の平成12年度現在の人口は約24万人で、生活排水処理率^{※2)}は約25%です。

ここでは、処理形態ごとの人一人当たりの窒素負荷量に処理人口を乗じて、生活排水からの窒素供給量を算定しました。盆地内1市8町の窒素供給量は1,928kg/日で、市町別にみると都城市が約57%と最も多く、三股町、末吉町の順になっています。

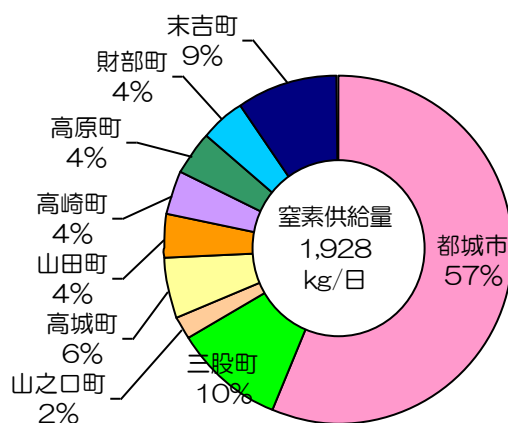


図 生活排水による窒素供給量の市町別割合

※1 生活排水とは、トイレの使用に伴って排出される「し尿」と、炊事や洗濯、入浴など私たちの日常生活に伴って排出される「生活雑排水」の総称

※2 生活排水処理率は、地域の全人口に対して、生活排水が下水道処理施設や農業排水処理施設、合併処理施設などの生活排水処理施設によって処理されている人口の割合

(2) 工場・事業場排水からの窒素供給量

硝酸性窒素やアンモニア性窒素などの窒素化合物を使用する工場・事業場は、広範にわたります。例えば、電気メッキ業では硝酸が、食料品製造業ではアンモニア性窒素や有機態窒素が、幅広く取り扱われています。これらが排水として排出された場合、環境中で硝酸性窒素に変化し、河川や地下水の硝酸性窒素濃度が上昇する原因となります。

都城盆地には、1日の排水量が50m³以上の事業場は55事業場あり、のうち食料品製造業が最も多く24事業場となっています（平成12年度）。

ここでは、1日の排水量が50m³以上の事業場のほか、50m³未満の事業場のうち事業場数が多い飲食店、理美容業、洗車場、豆腐店及び旅館などの排水に含まれる窒素量を工場・事業場排水からの窒素供給量として算定しました。

盆地内1市8町の窒素供給量は197kg/日で、市町別にみると都城市が約44%と最も多く、財部町、高原町の順になっています。

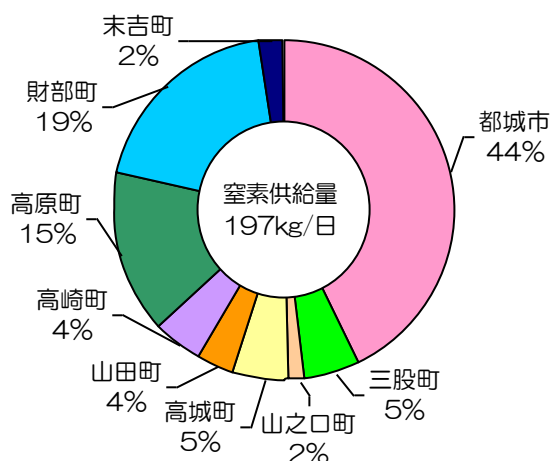


図 工場・事業場排水による窒素供給量の市町別割合

(3) 家畜排せつ物からの窒素供給量

家畜から発生する排せつ物の多くは、たい肥化・液肥化、浄化处理などによる適正な処理が行われていますが、一部では、野積みや素掘りといった不適正な管理・処理が行われている実態もあります。不適正な管理・処理では、家畜排せつ物に含まれるアンモニア性窒素等が地下へ浸透し、硝酸性窒素濃度が上昇する原因となります。

また、浄化处理については、処理が不十分な場合、窒素を多く含んだ排水が河川等に排出され、硝酸性窒素濃度が上昇する原因となります。

ここでは、不適正な管理・処理された家畜排せつ物に含まれる窒素量^{*}と、浄化处理された排水に含まれる窒素量を家畜排せつ物からの窒素供給量として算定しました。なお、たい肥として利用される窒素量は、農用地への施肥による窒素供給量としました。また、鶏ふんは、焼却処理されていることから窒素供給量はないものとししました。

盆地内1市8町の窒素供給量は12,159kg/日で、市町別にみると都城市が約36%と最も多く、高崎町、末吉町の順になっています。

^{*} 不適正処理量は、宮崎県内の農家戸数(平成11年宮崎県畜産統計(平成11年2月1日現在))に対する不適正管理戸数により算定した。また、一時的な野積みなどについても全量不適正処理量として算定した。

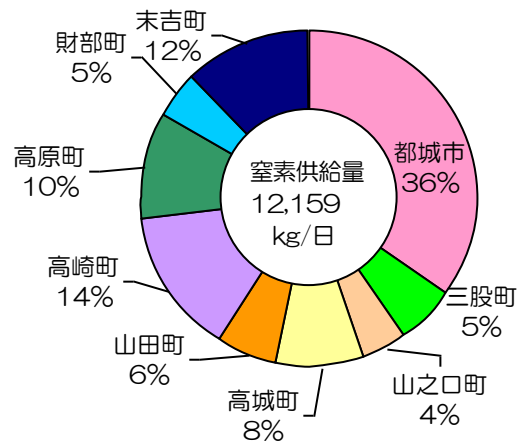


図 家畜排せつ物による窒素供給量の市町別割合

(4) 農用地への施肥による窒素供給量

農用地に施肥された窒素は、農作物に吸収されますが、施用された窒素分のすべてが吸収されるわけではなく、吸収・利用される率は、肥料や農作物の種類、土壌条件等により異なります。農作物に吸収されなかった窒素分は、土壌に吸着されて存在するほか、脱窒などで大気中に放出されたり、降雨等により地下水に移行（溶脱）したり、地表水とともに失われ、河川や地下水の硝酸性窒素が上昇する原因となります。

農用地からの窒素分の溶脱は、一般に水田では灌がい期に脱窒作用が働くため少なく、畑地は大きいとされています。

都城盆地の作付けは、1つの畑でとうもろこしとソルガムやイタリアンライグラスなどの飼料作物を連作する形態が多く、平成12年度統計[※])によると作付延べ面積の59%を占めています。それに比べ水稻は28%となっています。

宮崎県が平成15年度に実施した施肥の実態調査の結果から算定した、飼料作物へのたい肥による窒素供給量は、11,288kg/日、肥料による窒素供給量は2,215kg/日でした。

宮崎県が継続的に実施している定点調査の結果から算定した、水稻へのたい肥による窒素供給量は1,385kg/日、肥料による窒素供給量は1,177kg/日でした。

飼料作物、水稻を除くと、かんしょが作付け面積の4%、続いてさといもが3%となっています。その他では、茶、だいこん、ごぼうが多く栽培されています。

定点調査の結果及び施肥基準から算定したかんしょ、茶、及びさといも、だいこん、ごぼうなどの野菜類へのたい肥の施用による窒素供給量は1,103kg/日、肥料の施用による窒素供給量は1,203kg/日でした^{※)}。

盆地内1市8町の窒素供給量は18,372kg/日で、市町別にみると都城市が約38%と最も多く、高崎町、高原町の順になっています。

※) 茶については施肥基準より、その他の作物については定点調査の結果より算定した。

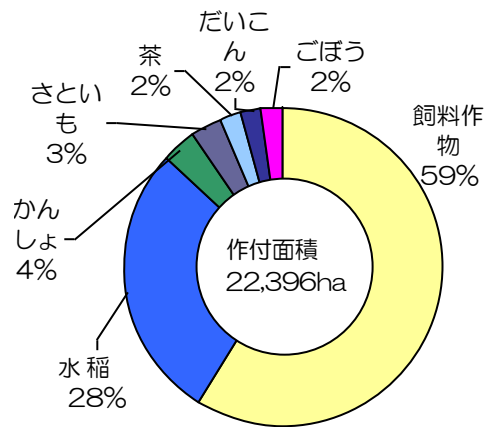


図 各作物の作付面積の割合

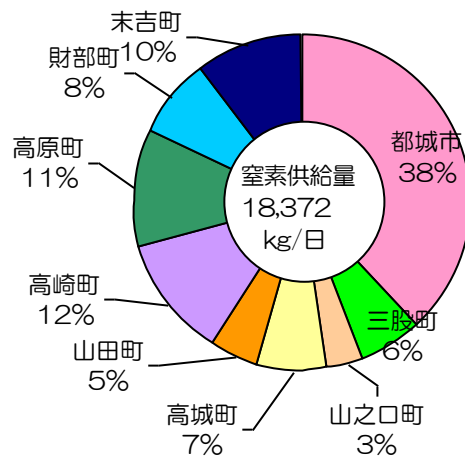


図 施肥による窒素供給量の市町別割合

*) 第 48 次宮崎県農林水産統計年報(宮崎県), 2000 年世界農林業センサス(鹿児島県)による

(5) 住宅地や森林などに由来する窒素供給量

住宅地から発生する生活排水以外の窒素負荷としては、道路面、屋根、宅地、間地などに堆積した大気中の浮遊物質、ばいじん、動物の排せつ物、小動物の死骸、落葉など様々なものがあります。また、森林では、落葉などが堆積し、微生物に分解されることなどによって土壌に窒素が含まれています。

宅地、森林などの単位面積当たりの窒素供給量^{*1)}に、都城盆地のそれぞれの土地利用面積を乗じて算定した盆地内1市8町の窒素供給量は4,850kg/日でした。

(6) 降雨による窒素供給量

降雨中に硝酸性窒素が含まれる要因としては、自動車の排気ガス、事業場からの排ガスなどの影響が考えられ、地域によって濃度は異なります。

都城盆地における年間降雨量を2,500mm^{*2)}、降雨中の窒素濃度を0.2mg/L^{*3)}と設定して算定した盆地内1市8町の窒素供給量は1,389kg/日でした。

*1) 流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説 p62(宅地)、及び p55(森林)

*2) 平成3～平成12年(10年間)の都城気象特別観測所における年総雨量の平均値は2,498mm

*3) 豊満幸雄，武藤勲，杉本安寛：都城盆地における地下水の硝酸性窒素濃度，都城盆地の地下水保全に関する研究，平成14年3月における降雨測定値(0.2mg/L，平成13年測定)

(7) 都城盆地における窒素供給量（まとめ）

盆地内1市8町の窒素供給量は38,893kg/日で、市町別にみると人口が最も多く、面積も広い都城市が14,092kg/日と全体の37%を占めていました。

また、要因別にみると、農用地への施肥による窒素供給量が18,372kg/日と最も多く、全体の約47%を占めていました。続いて家畜排せつ物からの窒素供給量が12,159kg/日で、全体の約31%を占めていました。

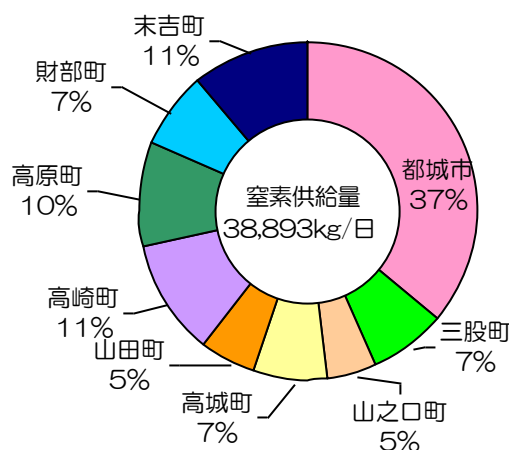


図 河川、土壌への窒素供給量の市町別割合

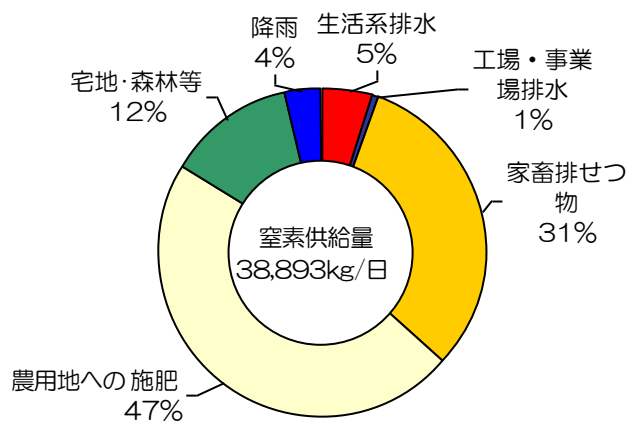


図 河川、土壌への窒素供給量の要因別割合

2 地下水への影響

土壌に供給された窒素は、土壌微生物などの働きにより硝酸性窒素等に変化します。このうち脱窒、揮散が行われなかった、又は植物吸収されなかった窒素は、土壌から溶脱し、地下水の硝酸性窒素濃度を上昇させます。

しかし、地下へ移行する割合（溶脱率）は、肥料や作物の種類、土壌条件、施用方法など様々な条件に左右され、各要因から窒素供給量のそれぞれ何%が地下水に移行するかは、一概に論ずることはできません。ここでは、前項で述べた河川や土壌への窒素供給の形態から、どの要因が大きく地下水に影響を与えるのかを考察しました。

生活排水については、下水道処理施設や農業集落排水施設、合併処理浄化槽による処理が行われている場合は、排水は主に河川に排出されるため、地下水への影響は少ないと考えられます。単独浄化槽やくみ取りによる処理の場合は、生活雑排水が未処理のまま排出され、排水路が整備されていない場合は地下浸透する割合が高く、その周辺で地下水の硝酸性窒素濃度を上昇させる原因となります。

工場・事業場からの排水については、ほとんどが河川に排出されるため、土壌を通しての地下水への影響は少ないと考えられます。

家畜排せつ物については、適正な浄化処理が行われている場合は、地下水への影響は少ないと考えられます。一方、野積みや素掘り等の不適正管理・処理が行われている場合は、地下水へ溶脱する窒素量も多く、その周辺で地下水の硝酸性窒素濃度を上昇させる原因となります。

水田や畑地への施肥については、農作物に吸収されなかった窒素の一部が、地下水へ溶脱します。農用地からの窒素分の溶脱は、一般的に水田は土壌が還元状態にあり脱窒が卓越することから極めて小さく、畑地が大きいとされています。このことから、畑地へ過剰な施肥が行われた場合は、地下水の硝酸性窒素濃度を上昇させる原因となります。

このようなことから、都城盆地で地下水の硝酸性窒素濃度が上昇する原因としては、家畜排せつ物の不適正処理や畑地への過剰施肥、生活排水の地下浸透が大きな影響を及ぼしていると考えられます。

<参考文献>

- 1) 地下水の窒素汚染とその原因に関する基礎的考察，衛生工学研究論文第 20 巻,1984
- 2) 自然の浄化機構の強化と制御 技報堂出版(1994)
- 3) 平田健正：土壌・地下水汚染と対策，環境庁水質保全局水質管理課・土壌農業課監修 (社)日本環境測定分析協会，p205-211，(1996)
- 4) 河川砂防技術基準(案)同解説 調査編 山海堂 p87
- 5) 硝酸性窒素による地下水汚染，水環境学会誌，1996.12

3 硝酸性窒素濃度分布と土地利用状況との比較

生活排水、家畜排せつ物、農用地への施肥の3つの要因について、関連する土地利用状況と地下水中の硝酸性窒素濃度の分布状況を比較しました。

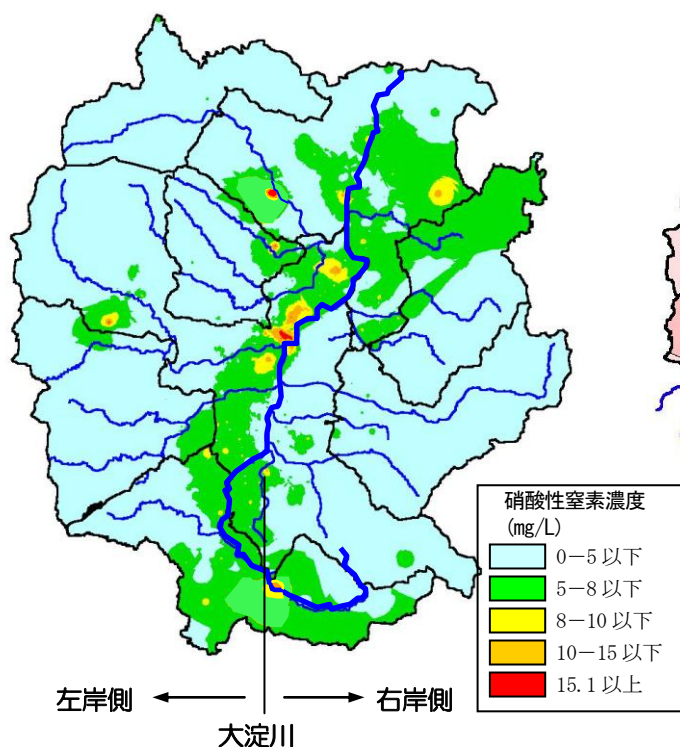
まず、人口密度分布をみると、人口密集地は盆地中央部の大淀川右岸側ですが、この地域の硝酸性窒素濃度はほとんどが5mg/L以下となっています。

次に、牛の飼育頭数をみると、牛の飼育頭数の多い地域は高崎川、花之木川流域等となっています（豚及び鶏については明確な情報が得られないため、牛の1ha当たりの飼育頭数^{*1)}のみと比較した）。これらの地域では、硝酸性窒素濃度が高い地域もみられますが、牛の飼育頭数が多い場合でも、硝酸性窒素濃度が5mg/L以下の地域もみられます。

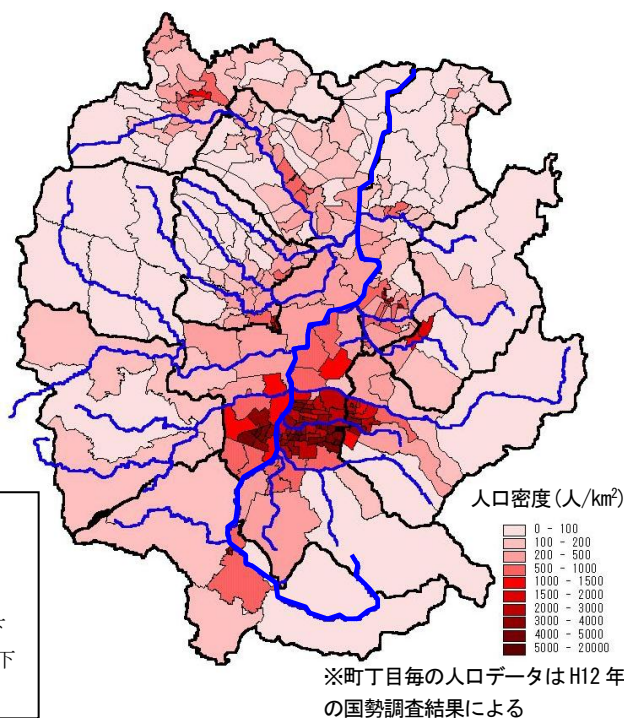
また、水田の分布^{*2)}をみると、人口密集地を除く盆地中央部の河川周辺には、左右岸共に水田が多く、大淀川右岸側の硝酸性窒素濃度が5mg/L以下の地域にも広く分布していることが分かります。

さらに、畑地の分布^{*2)}をみると、大淀川左岸側(シラス台地)には畑地が多いことが分かります。硝酸性窒素濃度の高い地域も大淀川左岸側に多くみられ、この部分は畑地の分布域と重なります。

＜硝酸性窒素濃度分布図＞



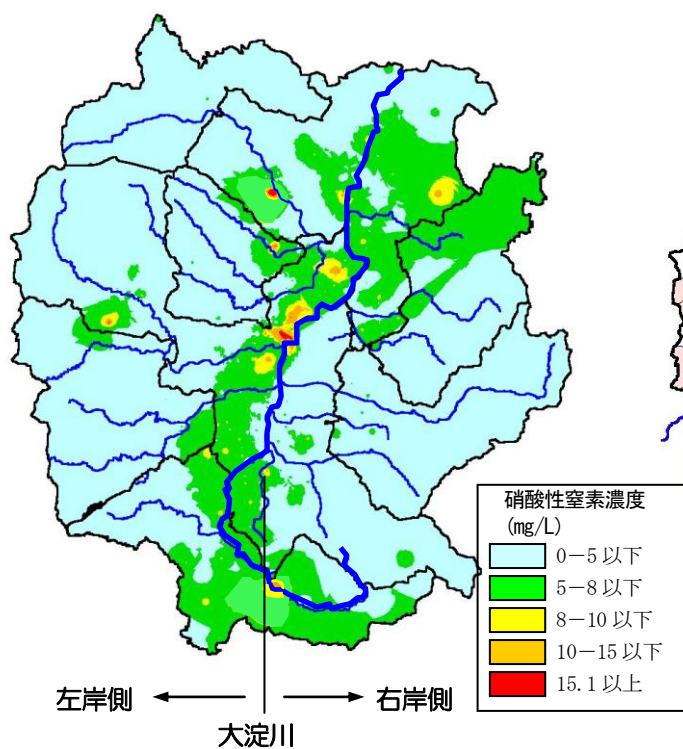
＜人口密度分布図＞



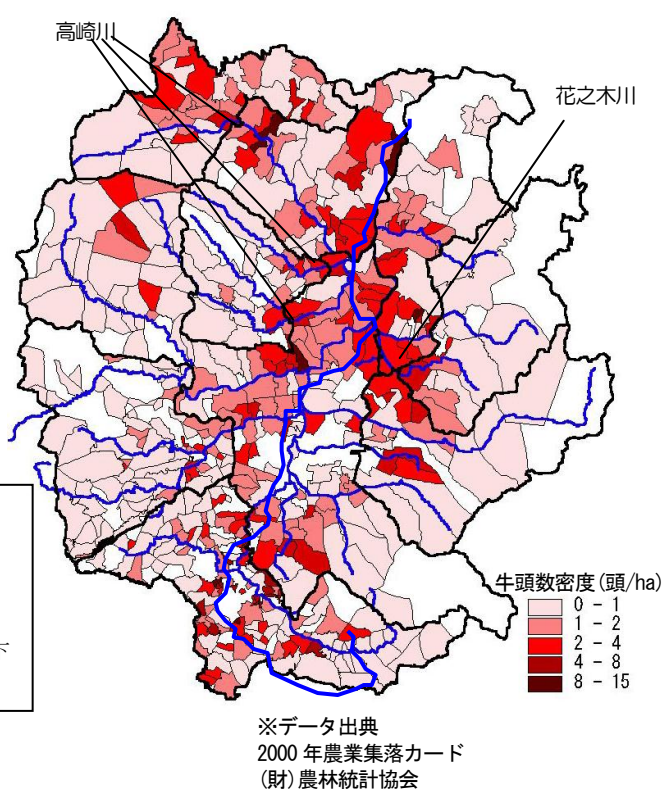
*1) 農林業センサスの農業集落単位の詳細データ(2000年農業集落カード(財)農林統計協会)を基に農業集落単位毎に牛の飼育頭数を整理し、集落の面積で割って数値を算定した。

*2) 農林業センサスの農業集落単位の詳細データ(2000年農業集落カード(財)農林統計協会)を基に、農業集落単位毎に水田、畑地面積率を整理した。

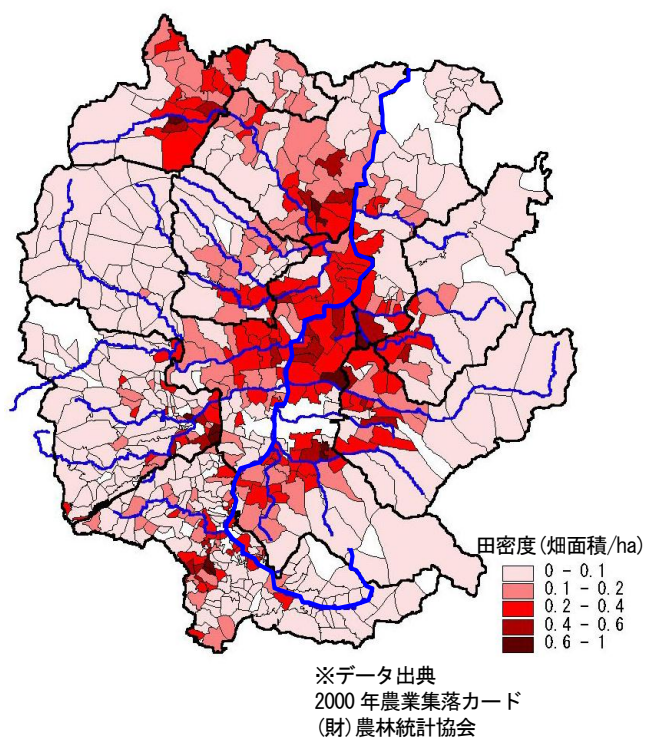
< 硝酸性窒素濃度分布図 >



< 牛の頭数密度分布図 >



< 水田の単位面積あたりの比率(/1ha) >



< 畑地の単位面積あたりの比率(/1ha) >

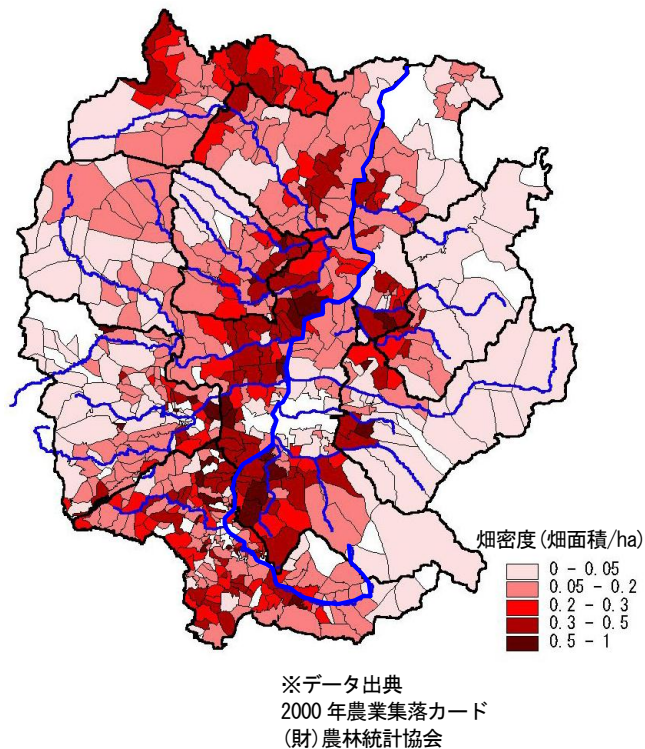


図 硝酸性窒素濃度分布と土地利用状況との比較

※空白はデータ欠測の地域

第7章 対策の目標と基本方針

1 目標

この基本計画が目指す硝酸性窒素濃度は、人の健康を保護し、生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準として環境基本法に基づき定められた「地下水の水質汚濁に係る環境基準」とします。

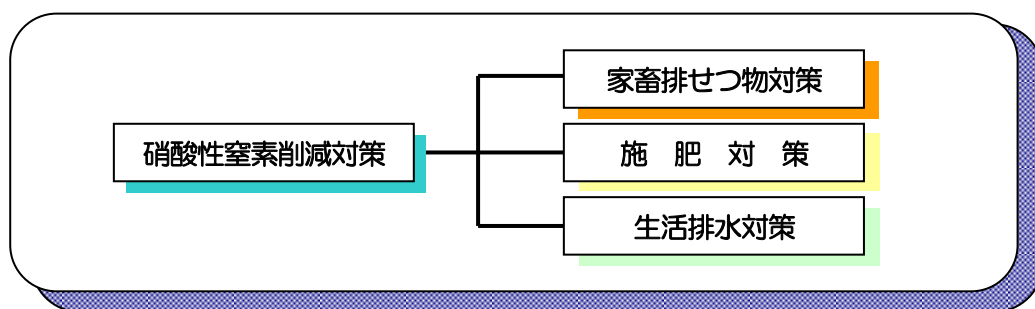
この環境基準が速やかに達成され、かつ、維持されるよう努める必要があります。なお、「水道法に基づく水質基準」においても、同じ値が採用されています。

都城盆地硝酸性窒素削減対策基本計画の目標
すべての井戸の硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素濃度を平成32年度
までに10mg/L以下とする

2 対策の実施に当たっての基本的な考え方

(1) 硝酸性窒素削減対策

良質な地下水の保全のための硝酸性窒素削減対策の大きな柱は、「家畜排せつ物対策」、「施肥対策」、「生活排水対策」です。その他、工場・事業場対策や調査・研究なども実施していきます。



(2) 実行計画の策定

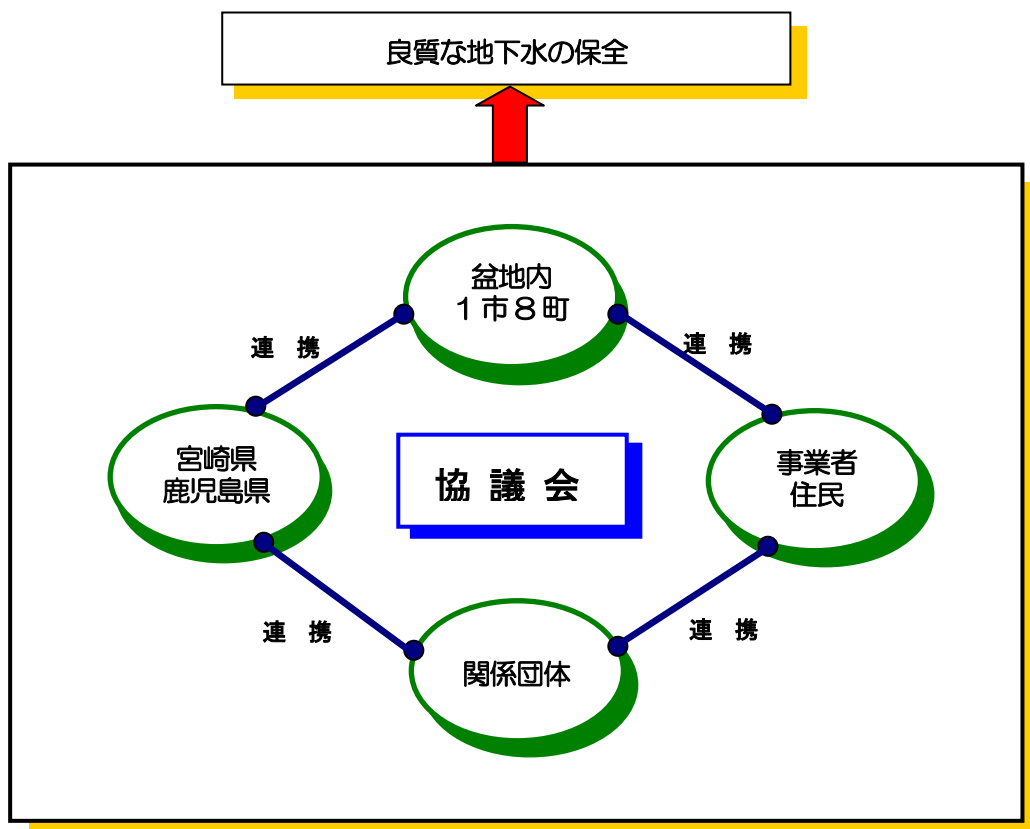
硝酸性窒素削減対策を順次実施しても、水質が改善されるまでに長期間を要すると見込まれること、今後の技術の進展にあわせて追加的な対策を講じていく必要があることから、実行計画を、「第1ステップ」（平成16年度から同22年度）、「第2ステップ」（平成23年度から同27年度）、「最終ステップ」（平成28年度から同32年度）ごとに策定す

ることとします。

第1ステップの実行計画は、現段階で実施可能な対策について実施主体、時期、方法などを具体的に定めるものとします。また、第2ステップ、最終ステップの実行計画は、前ステップ終了時に、対策の進捗状況や地下水質の改善状況について評価を行い、必要な対策を追加して策定することとします。

(3) 盆地全体が一体となった取組の推進

硝酸性窒素削減対策の推進に当たっては、盆地内1市8町、宮崎県、鹿児島県の関係行政機関や関係団体、事業者及び住民といったすべての主体がそれぞれの役割に応じて、総力を挙げて取り組むことが不可欠です。このため、これらの主体が構成員となる「都城盆地硝酸性窒素削減対策協議会(仮称)」(以下、「協議会」という。)を設置し、パートナーシップによる地域ぐるみの取組を推進します。



第8章 良質な地下水の保全のための 硝酸性窒素削減対策

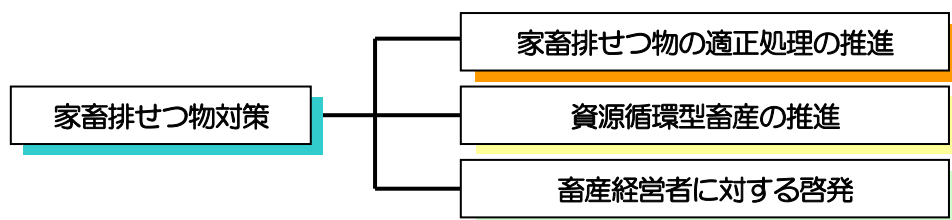
1 家畜排せつ物対策

都城盆地において家畜排せつ物からの窒素供給量が多いこと、地下水の硝酸性窒素濃度を上昇させる原因として家畜排せつ物の不適正処理が挙げられていることから、家畜排せつ物対策を実施します。

対策は、不適正処理を早急に解消し、処理施設の整備等による適正処理を推進します。

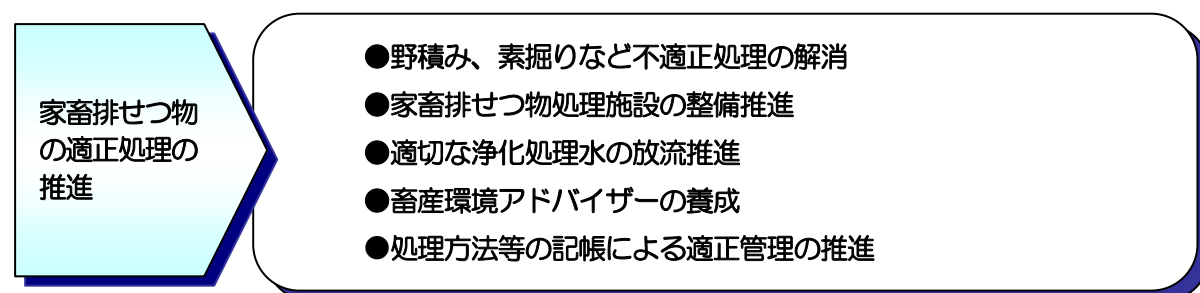
また、良質たい肥を生産し、有効利用する資源循環型畜産を推進します。

対策の推進に当たっては、畜産経営者の理解と協力が不可欠であるため、啓発に努めます。



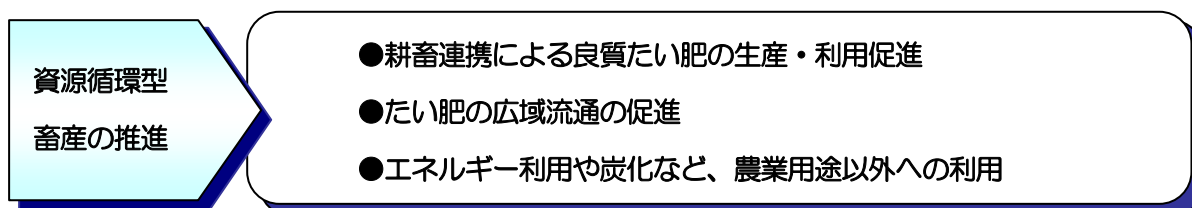
(1) 家畜排せつ物の適正処理の推進

不適正処理は「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」（平成 11 年 11 月施行）により、平成 16 年 11 月 1 日以降禁止されることから、早急に解消します。また、家畜排せつ物処理施設の計画的な整備や適正な維持管理を推進します。



(2) 資源循環型畜産の推進

畜産部門と耕種部門が一体となった良質たい肥の生産及び有効利用を促進します。また、広域的なたい肥流通の一層の促進や農業用途以外への利用促進を図ります。



(3) 畜産経営者に対する啓発

畜産経営者自らが家畜排せつ物対策を実施できるよう、様々な情報提供を行うとともに、地下水保全への意識向上を図ります。

畜産経営者 に対する啓発

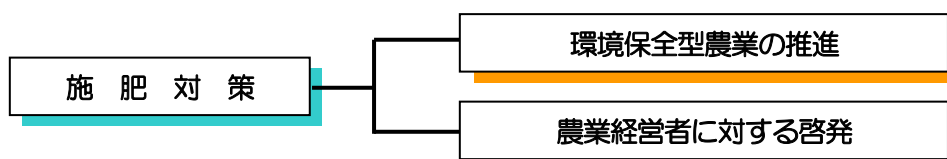
- 適切な情報の提供
- 関係行政機関・民間団体等が連携した効果的な啓発の推進
- JA等関係団体によるきめの細かい助言・指導等

2 施肥対策

都城盆地において農用地への施肥による窒素供給量が多いこと、硝酸性窒素濃度を上昇させる原因として、畑地への施肥が挙げられていることから、施肥対策を実施します。

対策は、作物の収量及び品質の維持など、農業経営の安定を対策の基本とし、農業と環境の共生・調和を目指した環境保全型農業を推進します。

対策の推進に当たっては、農業経営者の理解と協力が不可欠であるため、啓発に努めます。



(1) 環境保全型農業の推進

「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」（平成 11 年 7 月公布）に基づき、適正施肥や土づくりを推進します。また、化学肥料の低減技術の導入やエコファーマーの認定を促進します。

環境保全型 農業の推進

- 適正施肥の推進
- たい肥等有機物を活用した健康な土づくりの推進
- 化学肥料低減技術の導入
- エコファーマーの認定促進
- 作付け体系の見直し

(2) 農業経営者に対する啓発

農業経営者自らが施肥対策を実施できるよう、様々な情報提供を行うとともに、地下水保全への意識向上を図ります。

農業経営者 に対する啓発

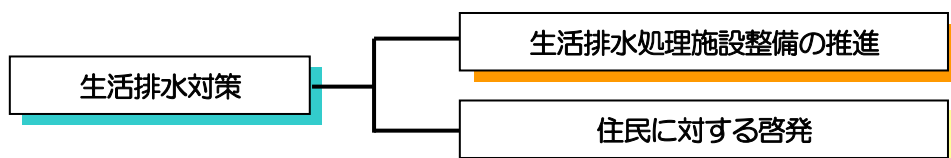
- 適切な情報の提供
- 関係行政機関・民間団体等が連携した効果的な啓発の推進
- JA等関係団体によるきめの細かい指導等

3 生活排水対策

都城盆地において生活排水からの窒素供給量が多いこと、地下水の硝酸性窒素濃度を上昇させる原因として生活排水の地下浸透が挙げられていることから、生活排水対策を実施します。

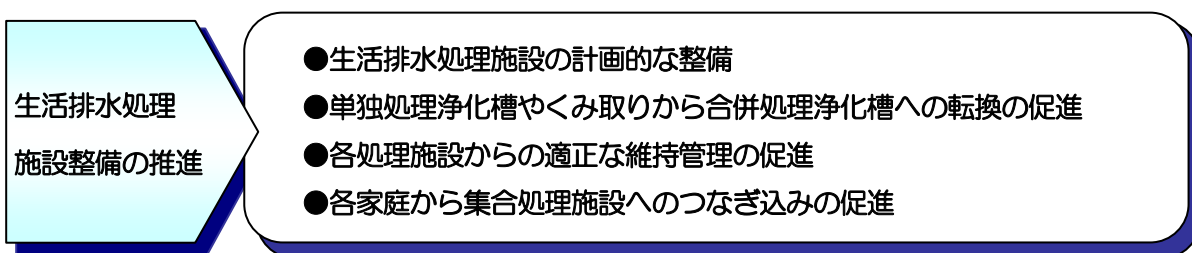
対策は、生活排水による負荷の原因は住民自身にあることを、住民が認識することを第一の目標に掲げ、その上で、生活排水処理施設の整備を推進します。

対策の推進に当たっては、住民の理解と協力が不可欠であるため、住民に対する啓発に努めます。



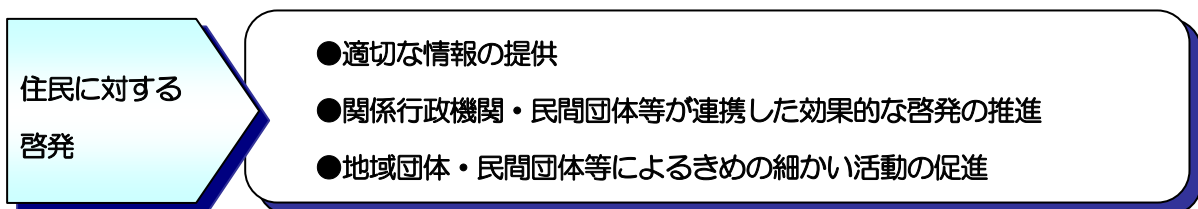
(1) 生活排水処理施設整備の推進

地域の実情に応じた生活排水処理施設の計画的な整備や維持管理を促進します。



(2) 住民に対する啓発

住民が家庭で生活排水対策を実践できるよう、様々な情報提供を行うとともに、水環境への意識向上を図ります。



4 その他の対策等

(1) 工場・事業場対策

工場・事業場対策は、適正な排水処理が行われるよう、工場・事業場への立入や排水検査による監視等を行います。

(2) 調査・研究

環境保全型農業技術の研究や開発に取り組み、確立した技術等については、速やかに普及・推進します。

また、盆地内での窒素動態についてはまだ不明な点が多いため、窒素動態に関する調査や研究を積極的に推進し、硝酸性窒素対策に活かします。

(3) 啓発

地下水中の硝酸性窒素濃度の現況や飲用による一般的な健康影響、硝酸性窒素濃度が上昇する要因と考えられるものなどについて、住民が容易に理解できるパンフレット等を作成し、住民自ら対策を講じるよう意識啓発を図ります。

第9章 飲用水対策

1 水道水対策

安全で良質な水道水を安定的に供給するため、適切な浄水処理や水質管理が必須ですが、これと並んで水源の水質保全対策は重要な課題です。

水道は、湧水や地下水を水源としており、様々な事業活動や人の生活に関連しているため、水道水質保全の総合的な対策を講じることが重要であり、行政、事業者、住民がそれぞれの立場で果たすべき役割を担うべきものです。

水道事業における対策としては、次の4事項に取り組みます。

- 安全な水を安定的に供給するために、公共水道の普及を基本とし、水道未普及地域の解消に努めます。
- 水道普及地域内での未加入者に対し、水道の利用促進を図ります。
- 水道水の安定供給、水質確保のため水道事業の統合、広域化を図るとともに、老朽施設に対しては、計画的な更新及び配水管等の布設替えを行います。
- 定期的に水質検査を実施し、水道水の安全性確保を図ります。

2 飲用井戸水対策

飲用に供する井戸水などについては、定期的な水質検査や施設の保守・点検による汚染防止対策を指導することにより衛生を確保しています。

しかし、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素は、土壌では浄化されません。また、塩素や煮沸により除去することは不可能であり、さらに、本格的な除去装置は、専門的な技術を要し、費用も高額のため、ほとんどが個人所有である井戸水などの浄水対策としては、適当といえません。

このため、飲用井戸水に対する対策としては、次の3事項に取り組みます。

- 井戸水の所有者等が責任を持って水質検査の実施や施設設備の保守点検を行うよう情報提供や啓発を行い、衛生を確保します。
- 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素が、水道水質基準を超える井戸水などを使用する者に対しては、飲用指導を実施し、水道水の利用を促進します。
- 飲用井戸水等に係る地下水汚染の状況を把握するとともに、衛生確保に必要な措置を講じます。

第10章 計画の推進体制

1 計画推進のための体制づくり

計画を効果的に推進していくためには、関係行政機関や関係団体、事業者及び住民が、計画の趣旨を理解し、一体となって積極的な努力を重ねる必要があります。

そこで、これらの主体が構成員となった協議会を設置し、硝酸性窒素削減対策について協議を行い、総合的かつ計画的に推進します。

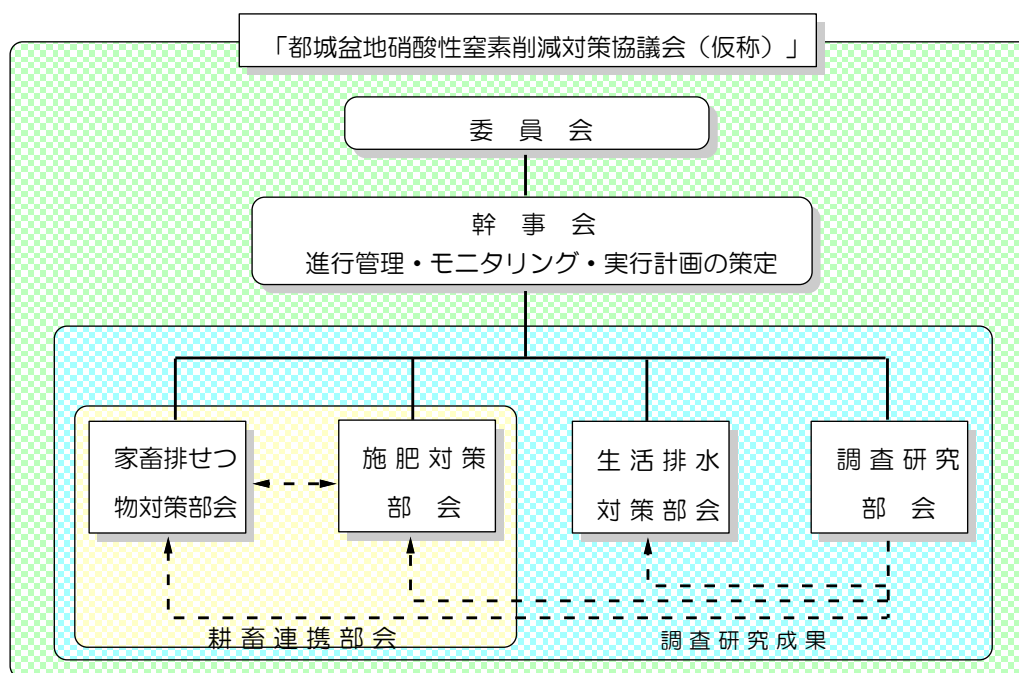


図 「都城盆地硝酸性窒素削減対策協議会（仮称）」の組織

2 各主体の役割

この基本計画に基づく各種対策を効果的に実施するには、『市町』・『県』・『関係団体』及び『事業者』・『住民』といった様々な主体が連携を図りながら、それぞれが明確な役割のもとに取り組む必要があります。

(1) 都城市・三股町・山之口町・高城町・山田町・高崎町・高原町・財部町及び末吉町の役割

盆地内1市8町はこの基本計画に基づき、硝酸性窒素削減対策及び飲用水対策を推進します。実施体制の確立、財源の確保、住民への周知などを確実に行います。また、水質の改善状況や対策効果の把握を行います。

啓発活動に関しては、地域や農村集落などグループ単位での積極的な啓発を行います。更に住民の意識や動向を正確に把握し、より効果的な啓発を行えるよう努力します。

(2) 宮崎県・鹿児島県役割

宮崎県・鹿児島県は、この基本計画に基づく総合的な施策の推進を図るとともに、お互いの情報や市町との情報交換を密に行い、実施状況の把握・各事業実施時の調整など、進行管理を行います。

硝酸性窒素削減対策に関連した国や他県の動きや仕組みについて、積極的に情報収集を行うとともに、これらの情報を市町に提供します。

広域的に行うことが必要な啓発や、環境保全を目的とした民間団体等との連携を強化し、自主的な活動への広がりをも進めます。

(3) JA等関係団体の役割

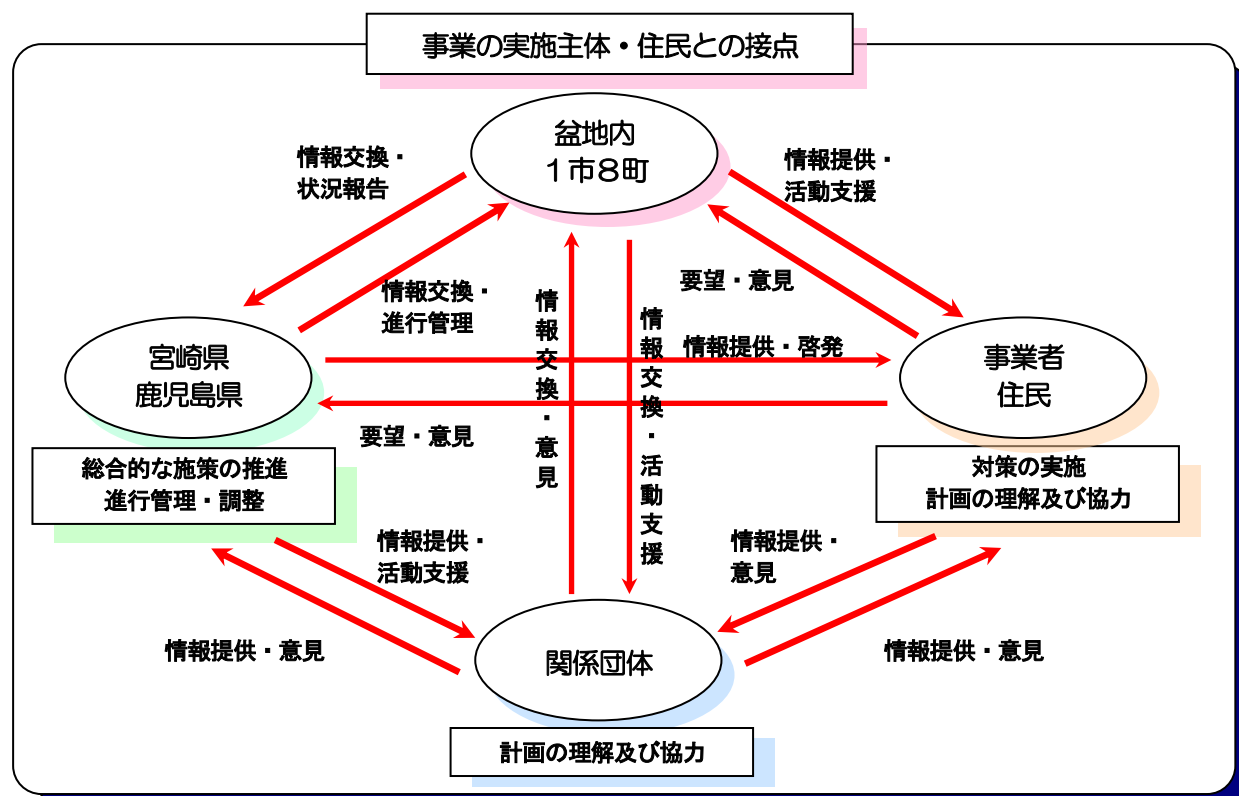
JAは、この基本計画の内容及び趣旨を十分理解し、市町や県が行う硝酸性窒素削減対策に協力し、削減技術の普及・指導を行います。

環境保全を目的とした民間団体等は、市町や県が行う啓発活動に協力し、住民の自主的な活動の広がりをも進めます。

(4) 事業者・住民の役割

畜産経営者は家畜排せつ物対策を、農業経営者は施肥対策を実施します。工場・事業場等の事業者は適切な排水処理の管理を実施します。また、事業者は、この基本計画の内容及び趣旨を十分理解し、市町や県が行う硝酸性窒素削減対策に協力します。

住民は、生活排水対策を実施します。また、この基本計画の内容及び趣旨を十分理解し、市町や県が行う硝酸性窒素削減対策に協力します。



3 対策効果モニタリング

水質の改善状況や対策の進捗状況を把握・評価するために、地下水モニタリング及び各種対策毎の対策効果モニタリングを実施します。また、これらの内容やその実施方法については協議会で決定します。

4 計画の進行管理

計画に基づく各種対策の実施状況や地下水モニタリング及び対策効果モニタリングなどの結果について、定期的に協議会に報告し、対策の進捗状況と水質の改善状況を評価するとともに、見直しを行い、新たな対策の必要性などについて協議を行います。

都城盆地硝酸性窒素削減対策の工程表

期間 (年度)	16	17	18	19	20	21	22	H23 年度	H27 年度	H28 年度	H32 年度
ステップ	第 1 ステップ から講じる対策							第 2 ステップ から講じる対策			
								最終ステップ から講じる対策			
実行計画	策定						策定		策定		
家畜排せつ物対策	<ul style="list-style-type: none">・不適正管理・処理の解消・処理施設の整備推進・適切な浄化処理水の放流推進・畜産環境アドバイザーの養成・記帳等による適正管理の推進・良質たい肥の生産・有効利用・たい肥の広域流通の促進・たい肥以外での利用促進・農業用途以外への利用・畜産経営者に対する啓発						第1ステップの対策の評価・見直し	第1ステップまでの対策の評価・見直しに基づく対策の実施	第2ステップの対策の評価・見直し	第2ステップまでの対策の評価・見直しに基づく対策の実施	
施肥対策	<ul style="list-style-type: none">・適正施肥の推進・土づくりの推進・化学肥料低減技術の導入・エコファーマーの認定促進・作付け体系の見直し・農業経営者に対する啓発										
生活排水対策	<ul style="list-style-type: none">・生活排水処理施設の整備推進・合併処理浄化槽への転換促進・集合処理施設へのつなぎ込み促進・施設の適正な維持管理の促進・住民に対する啓発										
その他	<ul style="list-style-type: none">・工場・事業場対策・調査・研究・啓発										