

# 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、地下水の水質保全是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<sup>\*1)</sup>やアンモニウム塩<sup>\*2)</sup>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<sup>\*3)</sup>に変化しますが、このうち脱窒<sup>\*4)</sup>、揮散<sup>\*5)</sup>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<sup>\*6)</sup>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。

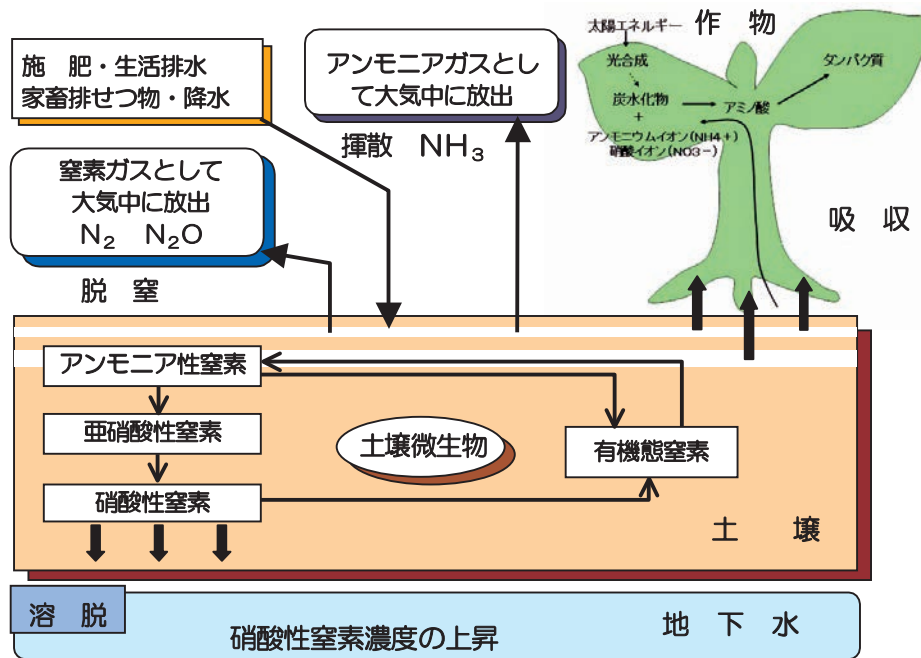


図 窒素循環

\*1) 硝酸 ( $\text{HNO}_3$ ) 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 ( $\text{NaNO}_3$ ) や硝酸カリウム ( $\text{KNO}_3$ ) などになったもの

\*2) アンモニウムイオン ( $\text{NH}_4$ ) を陽イオンとして持つ塩類のことで、塩化アンモニウム ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) などがある

\*3) 硝酸イオン ( $\text{NO}_3^-$ ) 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<sup>\*1)</sup>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<sup>\*2)</sup>」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

都城盆地は東を鱈塚山地<sup>わにつか</sup>、西を霧島山地<sup>きりしま</sup>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。

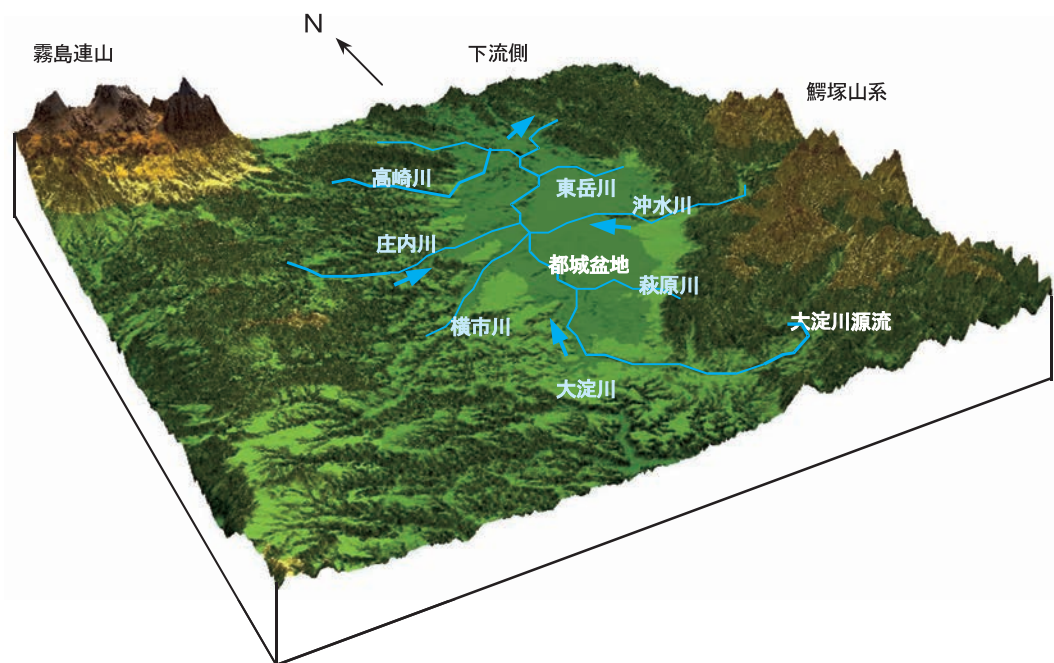


図 都城盆地の地形鳥瞰図<sup>ちようかんず</sup>

### 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<sup>\*1)</sup>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、不透水層の溶結凝灰岩層<sup>\*2)</sup>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<sup>\*3)</sup>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<sup>\*4)</sup>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<sup>\*5)</sup>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<sup>\*6)</sup>で形成されています。

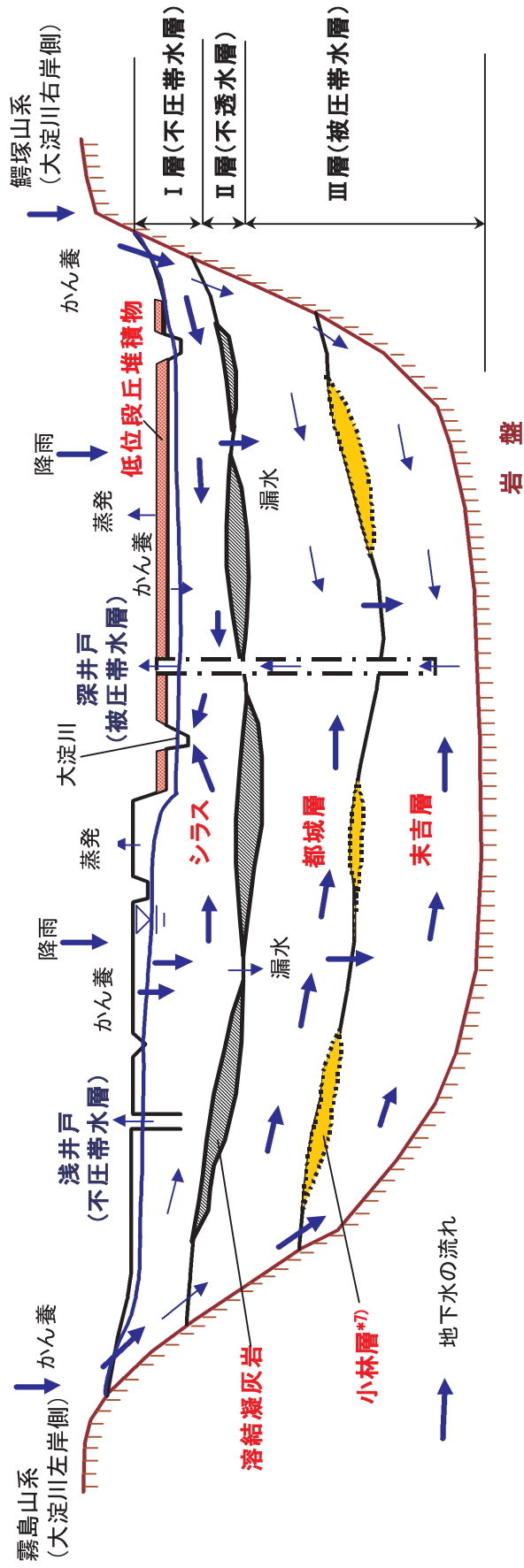


図 都城盆地の地質及び地下水流動の特徴

\*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もある。  
 \*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。

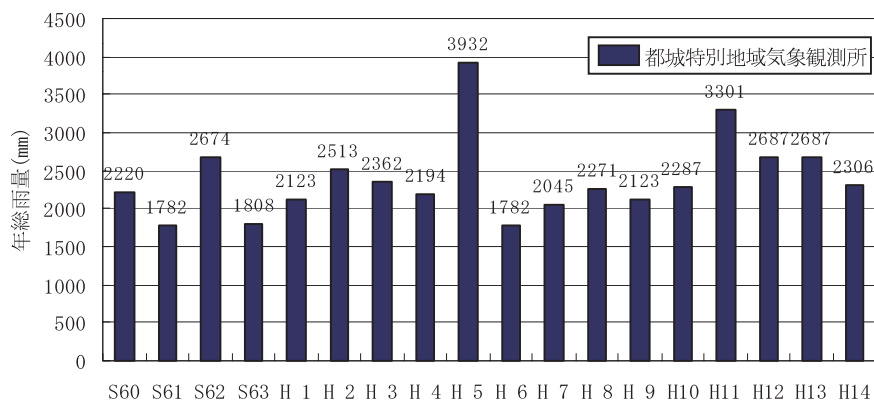


図 都城盆地における降水量の経年変化 (都城特別地域気象観測所)

#### 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(都城特別地域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、湧水流量\*3)でも 20m<sup>3</sup>/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) 都城盆地地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。

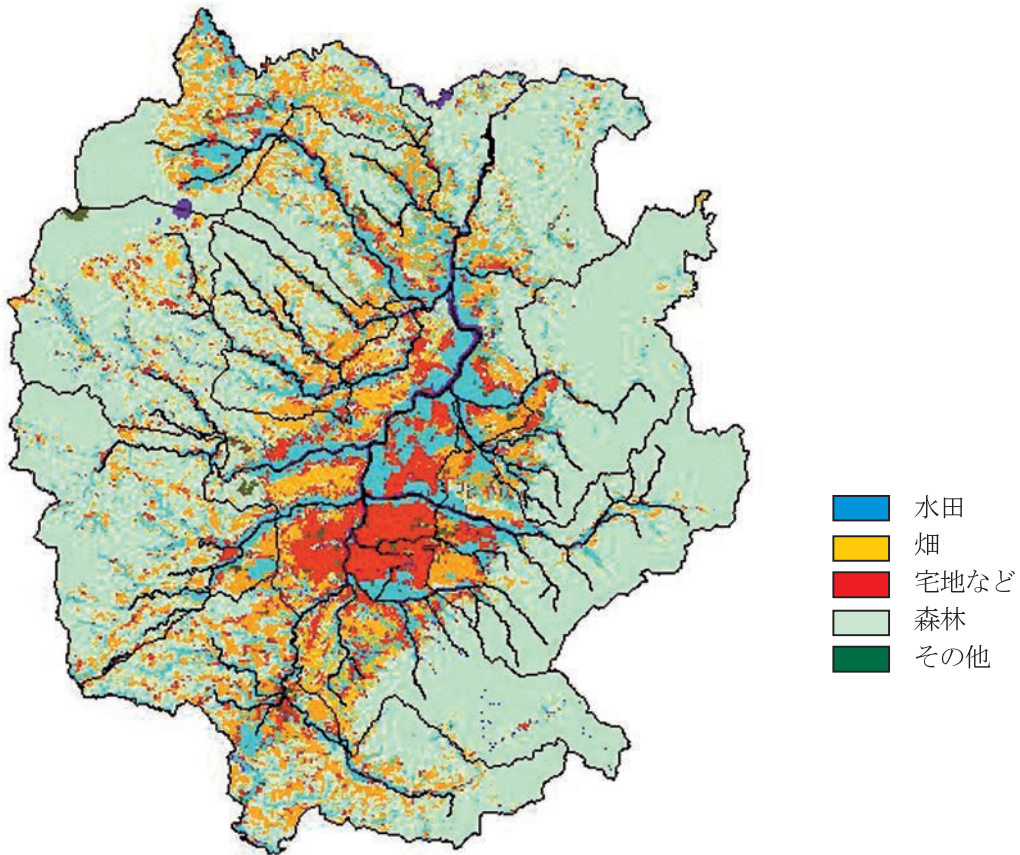


図 土地利用の状況

(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、全国の環境基準超過率の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まで至っていません。

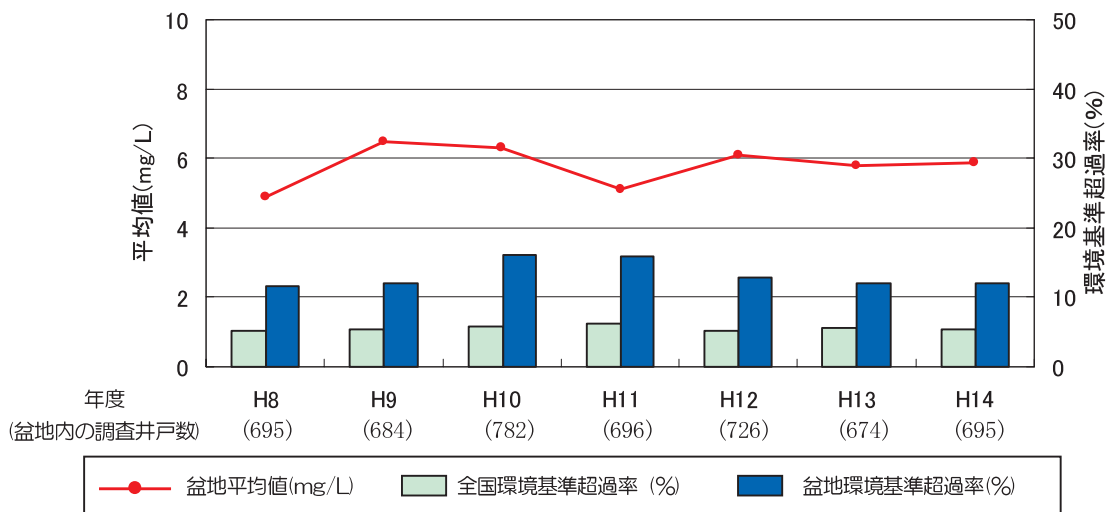


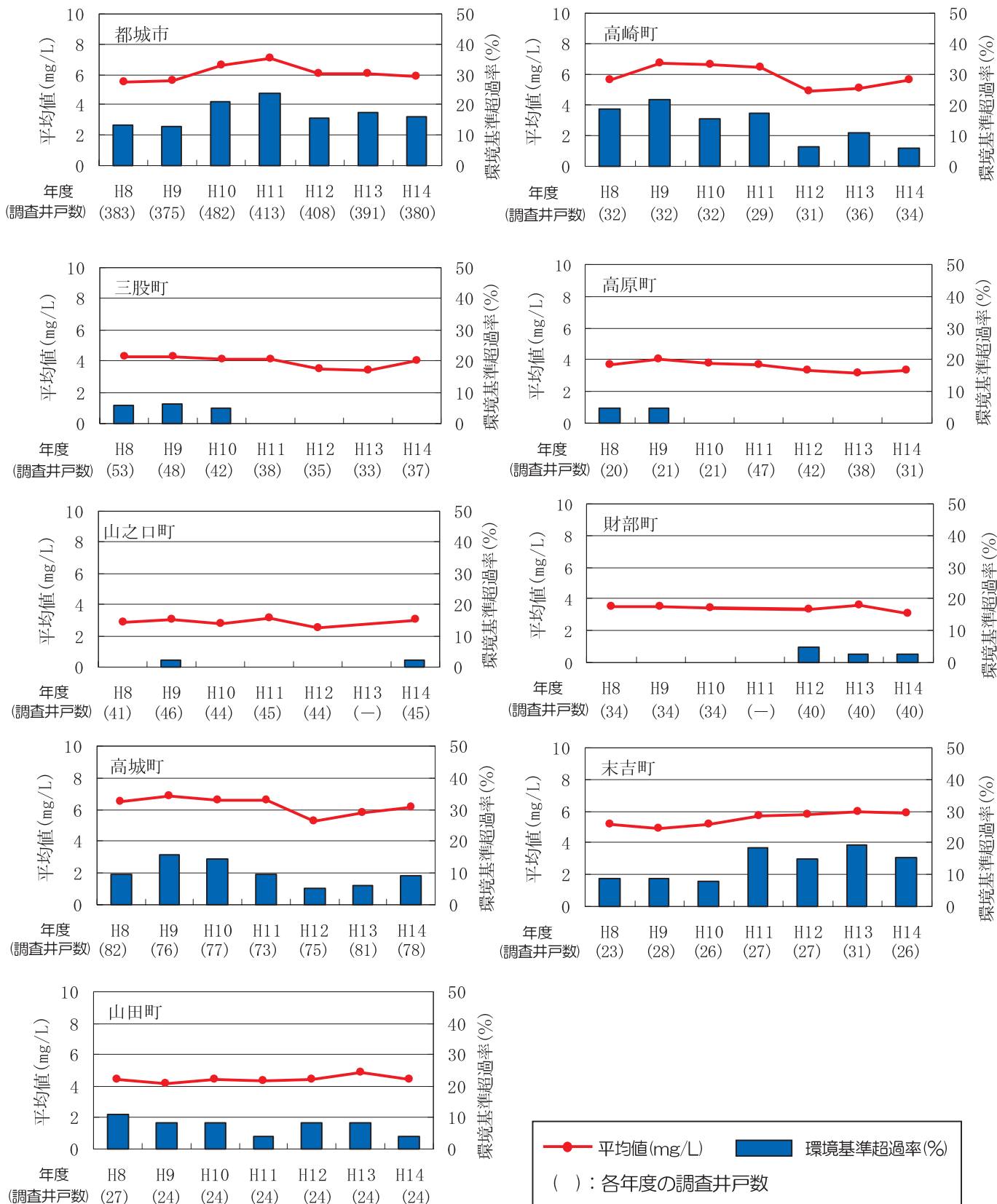
図 都城盆地における硝酸性窒素濃度の平均値及び環境基準超過率

※ 全国の環境基準超過率は、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。

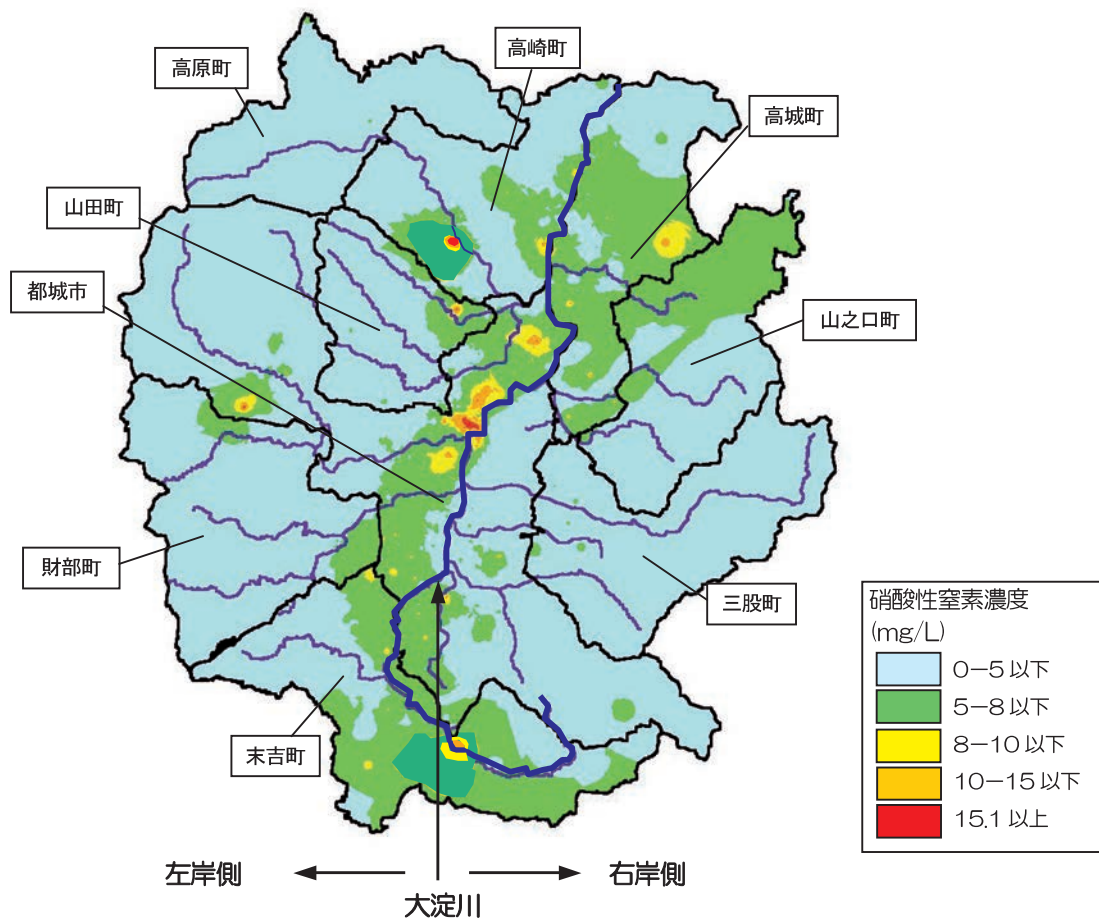


図 都城盆地の硝酸性窒素濃度分布

※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<sup>\*</sup>(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。

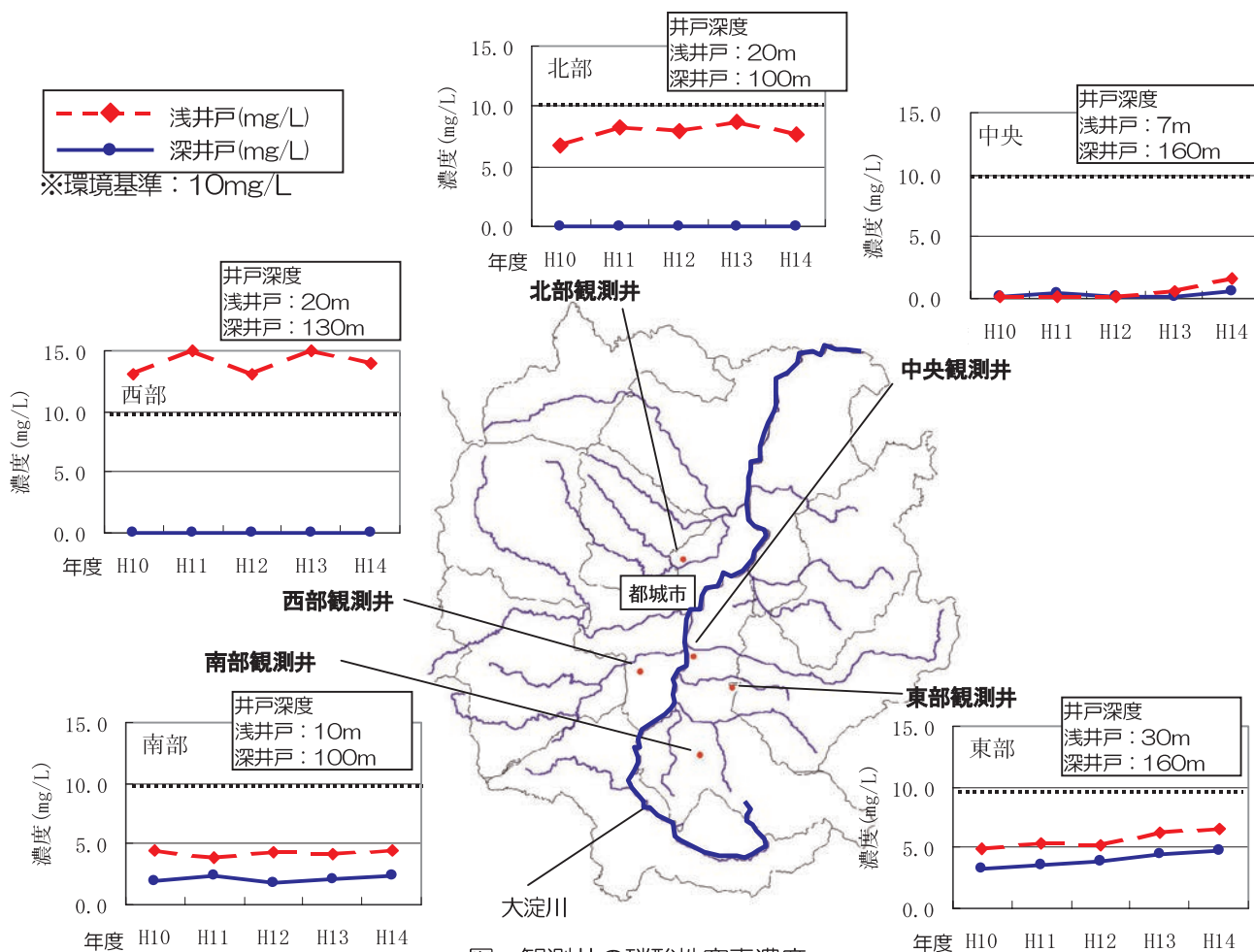


図 観測井の硝酸性窒素濃度

<sup>\*</sup>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いると言われており、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。