

資料編

資料1 硝酸性窒素について

1-1 窒素の循環

窒素は、幅広い酸化数を持つ元素であり、自然界において分解・固定・硝化・脱窒などの作用により相互に関連をもちながら、様々な形で変遷している。このような一連の過程を窒素循環という。図1-1に自然界における窒素循環を模式的に示した。

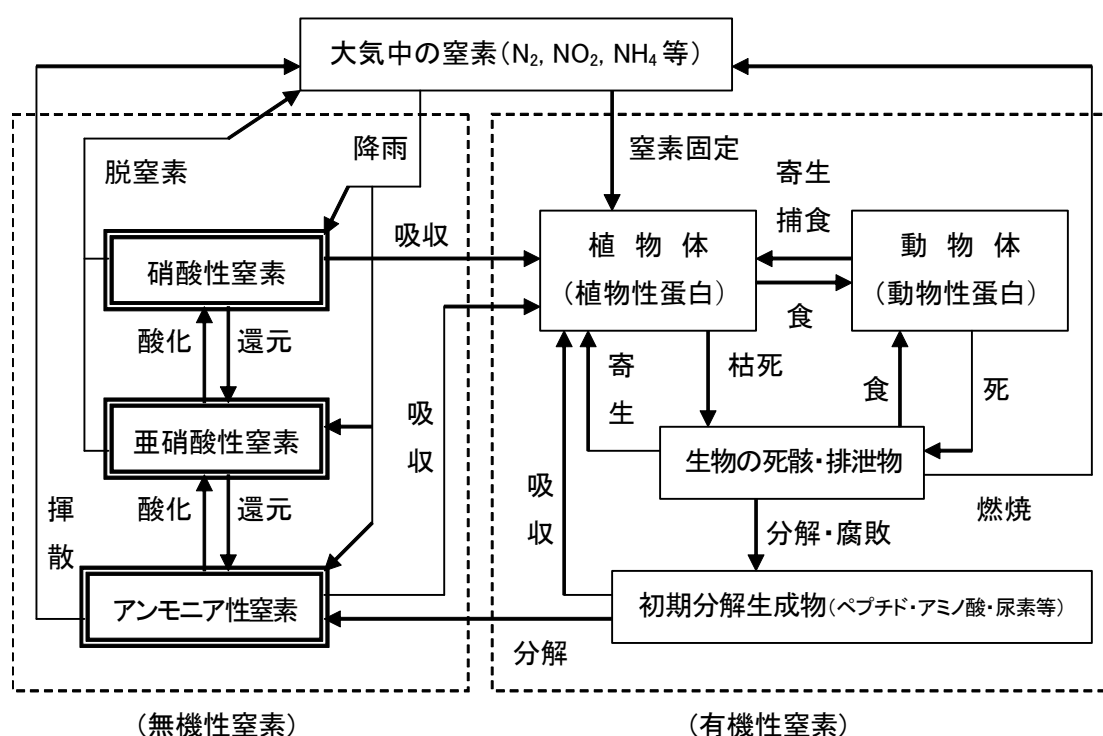


図1-1 自然界における窒素循環（日本水道協会,1993）

植物が腐敗・分解を受け、分解生成物を経てアンモニア性窒素となる。このアンモニア性窒素が酸化されることにより、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素へと変化し、さらに脱窒により大気中に還元される。

本来、窒素の供給と消費とはバランスがとれており、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素は一般の水中には1～3 mg/L程度しか含まれていない。しかし、現在、工業的な窒素固定により自然界における窒素循環に人為的な経路が加えられており、窒素の供給と消費のバランスが崩されたことにより、河川の水質汚濁あるいは地下水の汚染が発生している。

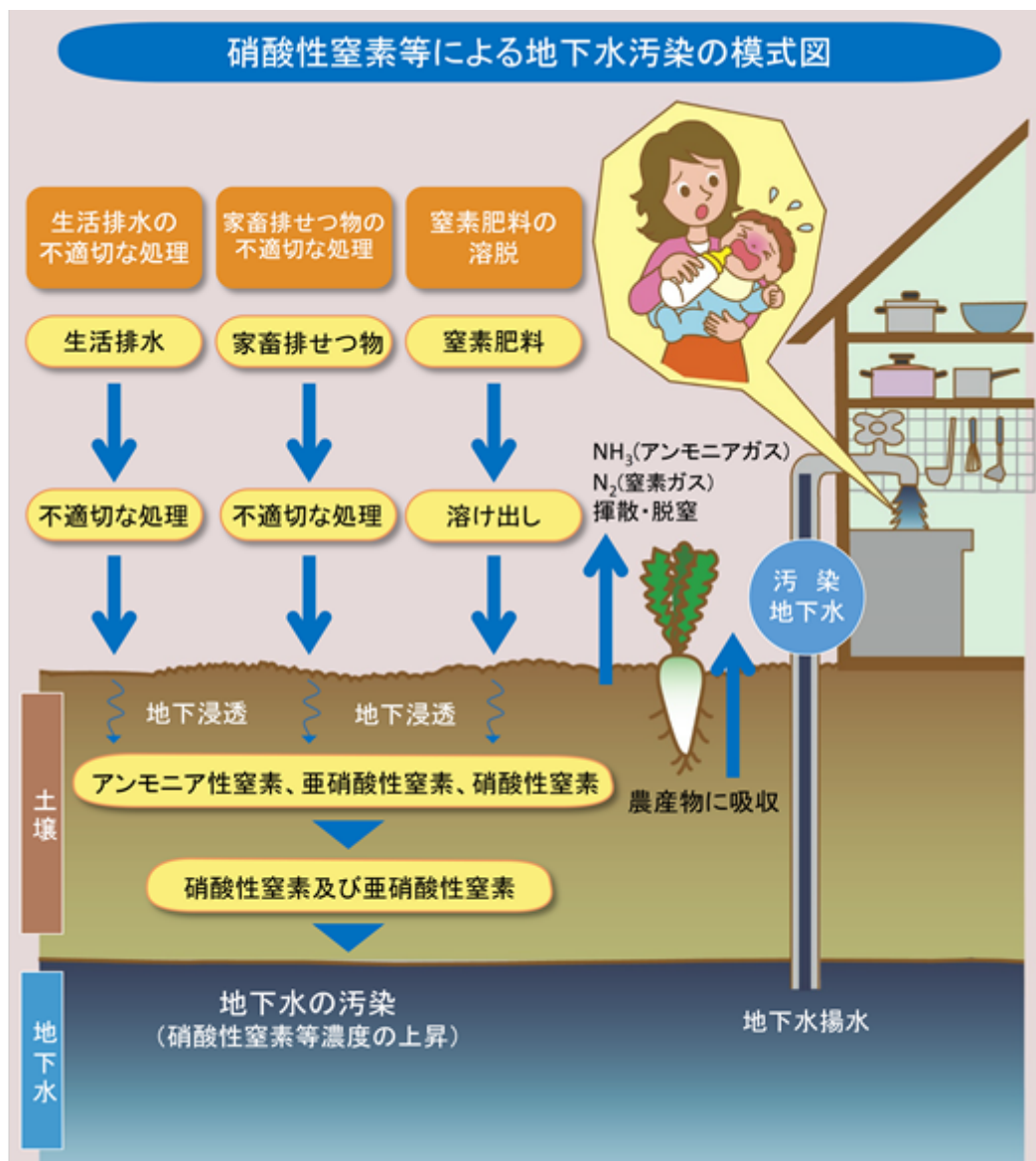


図 1－2 硝酸性窒素等による地下水汚染の模式図（未来へつなごう私たちの地下水 気づいていますか？硝酸性窒素等汚染パンフレット（環境省））

1－2 健康影響

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。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（環境省, 2020）。

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 月群馬大学医学部付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有）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）。

1－3 環境基準

環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）。

硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素は、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。

1－4 水道法に基づく水質基準

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 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)。

硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素については、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)。

※ 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。

資料2 熊本地域の概要

2-1 地勢

熊本地域は熊本市とその周辺 1,043km²の範囲であり、東北方向では東の阿蘇カルデラを形成する阿蘇外輪山から西の熊本平野まで、南北方向では北の菊池川沿いの菊鹿盆地の一部から南の宇土半島北部～雁回山～甲佐岳の山地までの範囲である。北部や熊本平野部を除き周囲は山地に囲まれているが、そのほとんどは「阿蘇西ろく台地」と呼ばれる台地よりなり、熊本地域の最も広大な面積を占め、熊本地域のほぼ中心部を構成している。東南部～南部の山地は標高 300～500mの小起伏山地からなり、また、西部の山地は主に金峰火山の形成する火山性山地である。

熊本平野に代表される平野はその分布面積が広大であり、そのうち有明海岸沿いの約 2km の範囲は干拓地である。

県内には 1 級河川（水系）は 8 河川（水系）があるが、熊本地域には、このうちの 2 河川、白川と緑川が流れている。熊本地域の主要河川は、この 2 河川と熊本地域の中央を流れる坪井川である。

熊本地域の中央を流れる白川は、その源を阿蘇中央火口丘群に発し、上流域の流域面積が 380km²、下流域の面積が 100km²と下流域の面積が非常に小さいという特徴がある。また、南部を流れる緑川は、その源を九州脊梁部山系の一つ三方山に発し、急しゅんな山岳地帯を流下して熊本平野に至り、御船川、加勢川、浜戸川、天明新川と合流し有明海に注いでいる。県内第 2 位の流域面積をもち、下流域で大きな河川と合流しているのが特徴である。坪井川は、熊本地域中央の白川の北部を流れる 2 級河川であり、延長 67km、県内の 2 級河川の中では最も長い。

2-2 人口

令和 4 年度現在、熊本県の総人口は約 171.8 万人であり、熊本地域にはその 6 割に当たる 103.7 万人が住む。[表 3-1]

県全体の人口は、平成 11 年以降減少傾向にある中で、熊本地域は多くの市町村で人口増加を示している。

表 2 - 1 熊本地域市町村勢一覧

市町村		世帯数・人口		水道普及率	市町村内総生産（実数と構成比）			
No	名	世帯数 (世帯)	人口 (人)	(%)	実数 (百万円)	第一次 産業 (%)	第二次 産業 (%)	第三次 産業 (%)
1	熊本市	334,137	737,850	96.6	2,529,646	1.1	14.2	84.0
2	菊池市	17,932	45,483	78.6	223,330	7.6	49.0	42.6
3	宇土市	13,757	35,689	89.1	131,578	2.4	51.0	45.8
4	合志市	23,174	63,037	100.0	304,463	1.3	63.6	34.3
5	大津町	14,954	35,840	99.9	163,505	2.3	48.2	48.8
6	菊陽町	18,606	44,243	99.2	203,436	0.9	56.6	41.9
7	西原村	2,515	6,572	93.9	45,532	3.5	67.9	27.9
8	御船町	63,88	16,408	96.0	45,682	5.0	23.3	71.1
9	嘉島町	3,724	9,826	0.0	53,642	1.1	32.6	65.6
1 0	益城町	12,158	32,799	99.0	142,471	1.8	40.2	57.2
1 1	甲佐町	3,762	9,971	86.0	30,865	4.3	31.5	64.3
1 1 市町村計		451,107	1,037,718	95.5	3,670,714	1.7	25.4	72.1
県全体		730,203	1,717,766	89.2	6,105,086	2.9	28.3	68.1

※熊本県統計調査課「令和 5 年度 熊本県統計年鑑」による。（世帯数・人口は令和 4 年度、水道普及率は令和 3 年度、市町村内総生産は令和 2 年度の値）

2 - 3 産業

最も大きな総生産額を示すのは、熊本市であり、次いで合志市、菊池市、菊陽町と続く。中でも熊本市は約 69%と非常に大きな割合を占めている。

熊本県の総生産額と比較した場合、熊本地域（対象地域：以下同様）11 市町村で熊本県の総生産額の 60%を占めている。第一次産業では熊本県の第一次産業総生産額の 3 割程度であるものの、第三次産業では熊本県の第三次産業総生産額の約 6 割を占めている。

第一～三次産業の比率を比較すると、熊本地域全体で第一次産業が 1.7%、第二次産業が 25.4%、第三次産業が 72.1%である。熊本県全体に比較して、第一次産業、第二次産業で比率が低く、第三次産業が高い。

2-4 上水道

本県の上水道普及率は89.2%（令和3年度末）であり、熊本地域内では、菊池市78.6%、嘉島町0.0%等普及率の低い市町も見られるが、平均普及率は95.5%となっている。

県全体の上水道の一日平均給水量は約49.2万 m^3 （令和3年度末）であるが、そのうち地下水を水源とするものが全体の約8割を占めている。しかし、熊本地域では、ほぼ100%地下水を水源としており、この地域の特徴となっている。

2-5 土地利用

熊本地域（菊池市全域を含む）の総面積は約1,248 km^2 であり、熊本県の総面積の17%を占めている。熊本地域における経営耕地面積は約20%であり県全体の経営耕地面積約10%に比べると倍の比率である。

表2-2 熊本地域各市町村における経営耕地面積

No	市町村名	土地面積 (ha)	経営耕地面積 (a)	経営耕地面積 (%)
1	熊本市	39,032	840,334	21.5
2	菊池市	27,685	598,681	21.6
3	宇土市	7,430	107,236	14.4
4	合志市	5,319	158,053	29.7
5	大津町	9,910	186,396	18.8
6	菊陽町	3,746	117,378	31.3
7	西原村	7,722	59,124	7.7
8	御船町	9,903	80,837	8.2
9	嘉島町	1,665	117,648	70.7
10	益城町	6,568	194,408	29.6
11	甲佐町	5,793	93,659	16.2
11	市町村計	124,773	2,553,754	20.5
	県全体	740,939	7,766,979	10.5

※熊本県統計調査課「令和5年度 熊本県統計年鑑」による。（市町村別土地面積は令和3年度、経営耕地面積は令和2年度の値）

2-6 気象

熊本地域は三方を山に囲まれた盆地性気象のため、夏は暑く冬は寒いという特徴がある。そのため、平成3年（1991年）から平成12年（2020年）の年平均値は、九州の県庁所在地の中では、8月の気温が那覇市、鹿児島市に次いで高く、1月の気温は佐賀に次いで二番目に低い。熊本地方気象台における年間降水量の平年値（平成2年（1990）～令和2年（2020）の平均）は2007mmであり雨に恵まれた地域である。

また、降水量の約40%が梅雨期の6、7月に集中し、一方冬期には比較的乾燥する等季節による降水の偏りが見られる。

熊本地方気象台における過去30年間の最多降水量は平成5年（1993年）の3,369.0mmである。一方、最小降水量は平成6年（1994年）の920.5mmであり、これは、平年の半分以下の降水量であり、飲料水や農林業等に大きな影響が出ている。

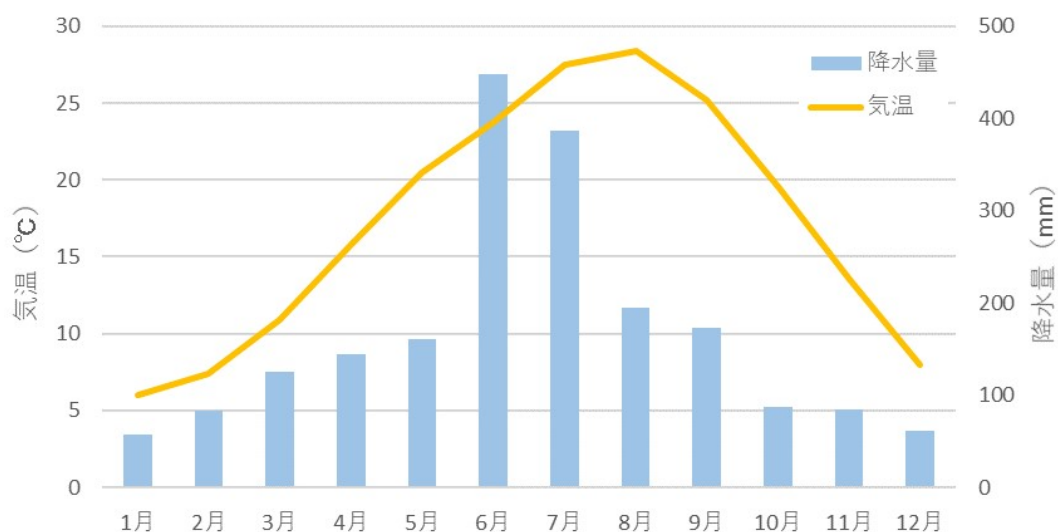


図2-1 熊本県（熊本）における気温及び降水量の平年値
（1991～2020年度）※熊本地方気象台ホームページ公開データより作成

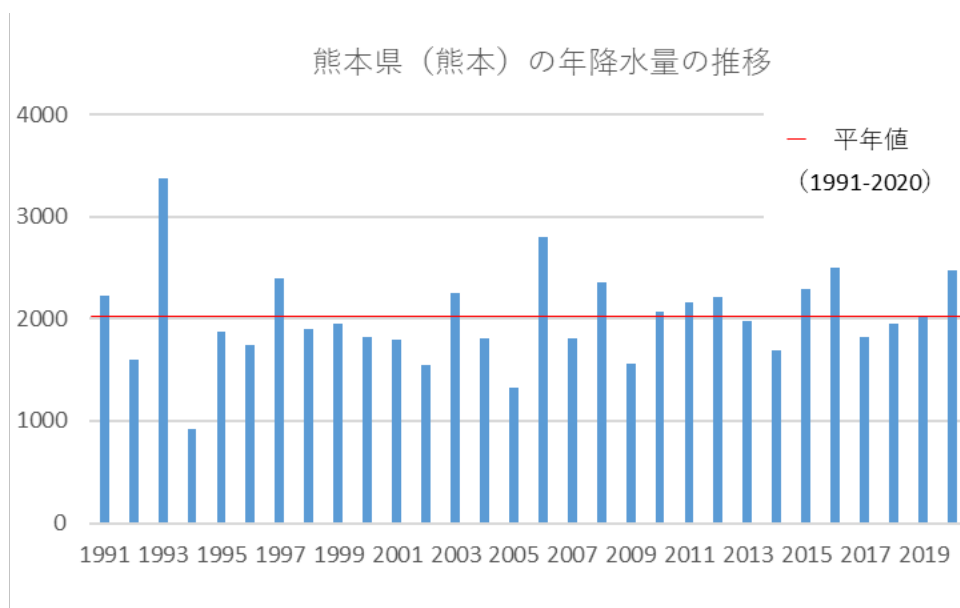


図 2 - 2 熊本県（熊本）における降水量の経年変化

資料3 熊本地域の地下水

3-1 地質と地下水

(1) 地下水を育む地質

熊本地域には、数十万年前から数万年前にかけて盛んに活動した阿蘇山の噴火活動に伴い生じた火砕流堆積物が幾重にも堆積しており、地質学では古い順に、Aso-1、Aso-2、Aso-3、Aso-4 という記号で区分されている。

特に Aso-3 と Aso-4 は、阿蘇外輪山西麓から熊本平野に至る地域に、厚いところでは 60～70m の厚さで堆積しており、径 30cm 以下の軽石状のものからなる透水性の高い地質を形成している。

また、熊本地域南東部の地下では、Aso-1 と Aso-2 の間に砥川溶岩と呼ばれる多孔質で割れ目が多く極めて水を透しやすい溶岩が分布し、一部では地表面に露出している。

この特有の地質は、豊富な地下水を蓄える巨大な地下水プールと、熊本平野方面へ水を運ぶ地下水パイプの役割を果たしており、非常に巧みに造り上げられた自然の恵みであるといえる。



図3-1 熊本の地質のイメージ（くまもとの豊かな地下水を未来へ守り、育て、活かす パンフレット（熊本県））

(2) 地下水質の保全の観点から見た地質の特性

地下水を育む阿蘇火砕流堆積物は浸透性の高い地質となっている。特に、地下水プールに当たる白川中流域は、浅い帯水層と深層の帯水層を隔てる粘土層が欠如若しくは非常に薄い場所が分布しており、地表に降った雨水は直接深層の帯水層まで浸透する反面、負荷された物質は容易に深層に達する恐れもある。

また、益城台地から嘉島町、熊本市東部に分布する砥川溶岩も多孔質で極めて透水性が高いため、負荷された物質が短期間で広範囲に拡大する恐れをはらんでいる。

3-2 水循環と地下水

(1) 自然の水循環

熊本地域は、熊本地方気象台の観測によると、降水量の平年値は、年間 2007mm (1991 年～2020 年) であり、1,043km²の面積を擁していることから、年間約 20 億 9 千万m³の雨水が降ってくる。このうち約 7 億m³は大気中に蒸発し、7 億 7 千万m³が地域内に流れる白川、緑川、坪井川、加勢川、井芹川等を経て有明海に注いでいる。水収支的には、残りの約 6 億m³が森林や草地、水田、畑地等で地下水を涵養している。

(2) 人為的な水循環

白川や緑川の水は、農業用水として取水され、地域の農地を潤している。特に白川については、地域内の最上流部で取水された水は、中流域の大津町、菊陽町の水田等に引かれ、かんがい用水として活用されており、その内の約 1 億m³が地下水を涵養しており、森林と並んで地域の地下水の大きな涵養源となっている。

また、地域内の生活や都市活動及び工業で使用された水は、下水道等で処理され、又は単独で処理された後、河川に放流される。

3-3 地下水涵養量

令和 5 年度 (2023 年度) 熊本地域水循環モデルによる地下水保全対策等予測・検証業務では、熊本地域における水収支をモデルから算出しており、2015 年における年間の地下水への流入量は 11.8 億m³/年、そのうち浸透によるものは 10.6 億m³/年と推計されている。また、モデルでは熊本地域の地下水の賦存量について、琵琶湖の約 3.2 倍相当 (871 億m³) の地下水が賦存しており、そのうち第 1、第

2 帯水層には 1 0 0 億 m³ の地下水が賦存していることが推定された。これは、熊本地域の地下水の年間採取量（令和 3 年度実績：1.6 億 m³）の 62.5 年分に相当する。

これまで、土地利用の変化に伴い熊本市周辺での市街地化及び白川中流域での宅地化や水田の減少の影響による涵養域の減少が見られ、一方、非涵養域が集中する地区では涵養量は一段と小さくなっており、熊本市市街地では、ほぼ 0 となっていた。

そこで、県では地下水量保全の観点から、平成 24 年度に熊本県地下水保全条例を改正し、一定規模以上の揚水設備により地下水を採取する者に対する許可制度を導入した。

また、令和 5 年度には、地下水の採取と涵養のバランスを将来にわたって維持していくために、地下水の涵養の促進に関する指針を改正し、重点地域（熊本地域）の地下水採取者は、地下水採取に見合う量（原則 10 割）を目標（改正前の許可採取者にあっては努力目標）として地下水涵養に取り組むこととした。

3－4 地下水流動

(1) 帯水層の区分

熊本地域では、水理基盤をなしている変成岩、中・古生層及び先阿蘇火山岩類を覆って分布する第四紀の地層が、帯水層の主体をなしており、主なものは阿蘇火砕流堆積物と各火砕流間の堆積物である。熊本地域における帯水層は、第一帯水層、第二帯水層及び深部帯水層の 3 つに区分される。

(2) 地下水流動

令和 5 年度（2023 年度）熊本地域水循環モデルによる地下水保全対策等予測・検証業務によるシミュレーションによる地下水流線図を示す。地表水を青線、地下水を緑線（深度方向については区別していない）として描画している。白川中流域から江津湖周辺の下流域に向けて、地下水の流れが卓越していることが示された。

まず、分水界及び阿蘇外輪山西麓の山地・丘陵部で涵養された地下水は、菊陽町を中心に広がる地下水位分布の極めて平坦な地域である「地下水プール」に流入する。地下水プールからの水は、主に戸島山と木山川の間を通り、江津湖方面に流れるほか、白川沿いに立田山と小山山との間を託麻方面へと流れる。一方、

植木台地周辺の山地・丘陵部で涵養された地下水は、主として坪井川に沿って流れる。熊本平野部に達したこれらの地下水は、東から西へ有明海に向かって緩やかに流れる。また、こうした北側から南に向かう流れの他に、南部の山地・丘陵から北側（平野）へ向かう流れもある。

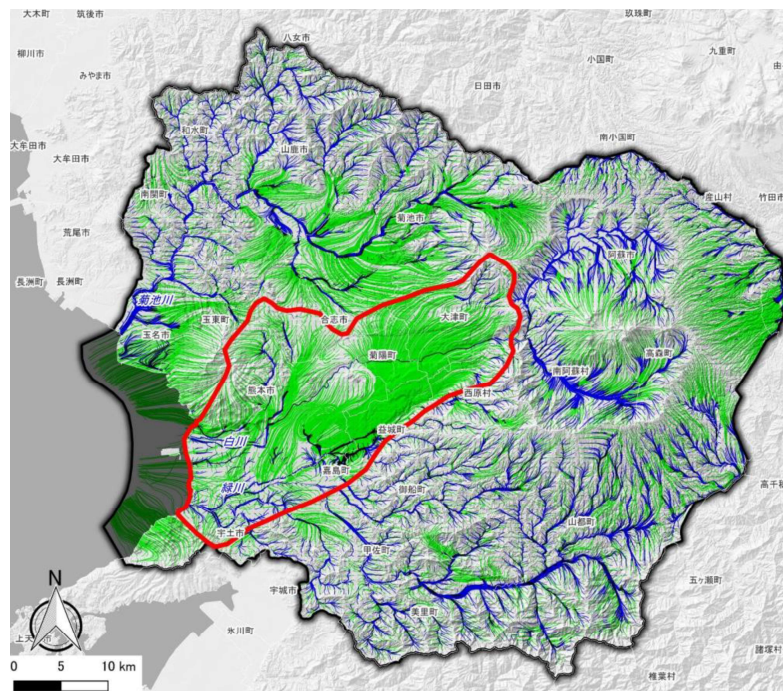


図 3 - 2 熊本地域の地下水流線図（令和 5 年度（2023 年度）熊本地域水循環モデルによる地下水保全対策等予測・検証業務（熊本県））

3 - 5 地下水の利用

自然の水循環及び人為的な水循環の中で涵養された地下水は、第一帯水層及び第二帯水層等に貯えられ、火砕流堆積物や砥川溶岩の中を流下し、その途中で上水道用水や農業用水、また、工業用水として汲み上げられる。

令和 3 年度は、熊本地域全体で 16,176 万 m^3 の地下水が汲み上げられ、そのうちの約 65% に当たる 10,470 万 m^3 が上水道用水として県民の生活に利用されている。

次いで、14.3% の 2,307 万 m^3 が工業用水に、10.1% に当たる 1,629 万 m^3 が農業用水に、6.5% に当たる 1,050 万 m^3 が建築物用水に、2.6% に当たる 426 万 m^3 が水産養殖用水に、1.8% に当たる 295 万 m^3 が家庭用等その他の用途に使用され

ている。

令和３年度と平成９年度（第一期計画で記載されていた採取量）を比較すると地下水の使用量は 6,380 万 m³減少している。用途別で見ると、特に農業用水、水産養殖用水の減少が大きい。

表３－１ 地下水年間採取量の比較（平成９年度と令和３年度）

用途	平成９年度の 採取量（万m ³ ）	令和３年度の 採取量（万m ³ ）	平成９年度比
上水道	11,579	10,470	90%
家庭・その他	429	295	68%
農業	5,015	1,629	32%
建築物	1,824	1,050	58%
水産養殖	1,267	426	33%
工業	2,441	2,307	95%
合計	22,556	16,176	72%

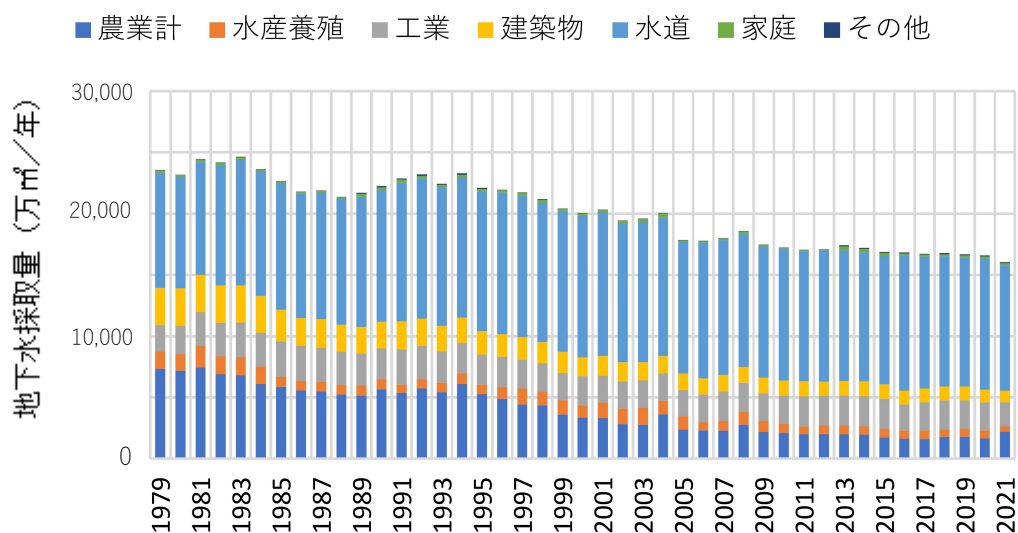


図３－３ 地下水年間取水量の経年変化

地下水は、また、江津湖や浮島等で湧出して河川に流れ出るもののほか、有明海に湧出するもの、菊池川流域へ流出するものなどがある。

資料4 熊本地域硝酸性窒素削減対策会議設置要綱

(名称)

第1条 本会議は、熊本地域硝酸性窒素削減対策会議（以下「会議」という。）と称する。

(目的)

第2条 会議は、熊本地域において硝酸性窒素による地下水汚染が顕在化していることから、負荷量削減対策等について協議を行い、総合的な汚染対策を講じることを目的とする。

(組織)

第3条 会議は、次に掲げる者をもって組織する。

- 一 議長
- 二 副議長
- 三 委員

2 議長は、熊本県環境生活部環境局環境保全課長をもって充てる。

3 副議長は、熊本県環境生活部環境局環境保全課担当審議員、課長補佐又は担当班長をもって充てる。

4 委員は、別表第1に掲げる者をもって充てる。

5 議長は、必要に応じて別表第2に掲げる者（以下「有識者」という。）を参加させることができる。

(ワーキンググループ)

第4条 会議にワーキンググループ（担当者会議）を設置する。

2 ワーキンググループは、別表第3に掲げる者をもって組織する。

3 議長は、必要に応じてワーキンググループに有識者を参加させることができる。

(協議事項)

第5条 会議は、次の各号に掲げる事項について協議する。

- 一 硝酸性窒素に関する調査の実施に関すること。
- 二 熊本地域硝酸性窒素負荷量削減計画に関すること。
- 三 硝酸性窒素による地下水汚染の対策に関すること。
- 四 その他硝酸性窒素問題に関すること。

(議長等の職務)

第6条 議長は、会議を招集し、これを主宰する。

2 議長は、本要綱別表第1に定める組織の名称変更等の軽微な変更を行う。

3 副議長は、議長を補佐し、議長に事故あるとき、又は議長が欠けたときは、その職務を代理する。

(事務局)

第7条 会議に関する事務を処理するため、会議に事務局を置く。

2 事務局は、熊本県環境生活部環境局環境保全課に置く。

(雑則)

第8条 この規定に定めるもののほか、会議の運営その他必要な事項は、別に定める。

附 則

この規定は、平成14年2月6日から施行する。

この規定は、平成22年9月22日から施行する。

この規定は、平成27年3月19日から施行する。

この規定は、平成30年1月15日から施行する。

この規定は、平成30年12月7日から施行する。

この規定は、令和2年6月8日から施行する。

この規定は、令和6年3月12日から施行する。

この規定は、令和7年4月1日から施行する。

別表第 1

熊本県	本 庁	環境立県推進課長 農業技術課長 畜産課長 下水環境課長
	地 域 振興局	県北広域本部保健福祉環境部長 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
	試験研 究機関	保健環境科学研究所水質科学部長 農業研究センター企画調整部長
市町村等	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 西原村保健衛生課長 御船町環境保全課長 嘉島町都市計画課長 益城町住民課長 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、農政担当課長及び大津菊陽水道企業団担当課長のうち、議長が必要と認めるもの
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
上記以外の団体		公益財団法人くまもと地下水財団担当課長

別表第 2

学識経験者、農家代表、住民代表その他の硝酸性窒素に関する知識を有する者のうち議長が必要と認めるもの

別表第 3

熊本県	別表第 1 に掲げる者の属する課（部・室）の係（班）長又は担当者
市町村等	別表第 1 に掲げる者の属する課の係長又は担当者
農業協同組合	別表第 1 に掲げる者の属する課（部・室）の係（班）長又は担当者
上記以外の団体	別表第 1 に掲げる者の属する課（部・室）の係（班）長又は担当者