

熊本地域の土地利用の変化と地下水涵養量の変化

1. はじめに

熊本市を含む近隣 11 市町村（以下、「熊本地域」という）は水道水源のほぼ 100%を地下水で賄っている我が国最大の地域である。熊本地域の地下水涵養環境を考える上で重要なのは土地利用の種類とその変化である。

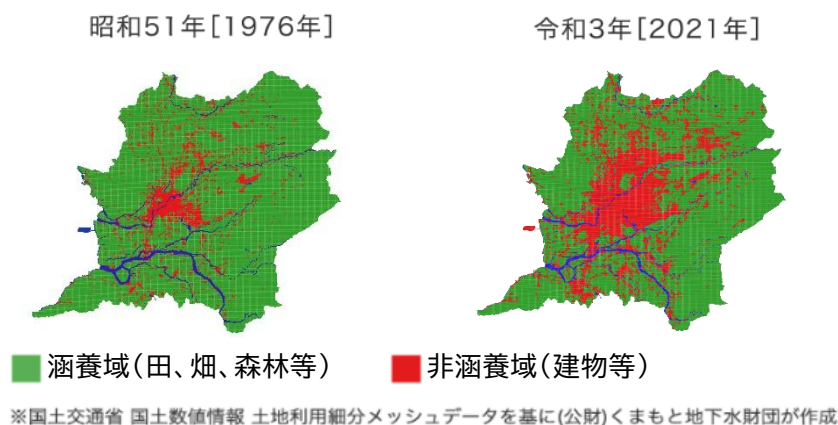
熊本地域の土地利用の変化を約 50 年前と比較すると、地下水を涵養する田畑や森林等、涵養域の面積は大幅に減少している。涵養域の減少は熊本地域の地下水量へ大きな影響をもたらしている。また、近年、熊本地域では大手半導体企業の進出・集積によって、工場立地だけでなく、道路拡張、住宅建設など、涵養域である農地が大幅に減少する傾向となっている。そこで、本研究では、地下水採取量の増加だけでなく、今までにない涵養域の減少、すなわち土地利用の変化によって熊本地域の地下水環境へどのような影響が予想されるかについて評価を行った。



図－1 熊本地域と地下水の流れ

2. 土地利用の変化と地下水涵養量の状況

図－2 は国土数値情報土地利用細分メッシュデータを基に熊本地域の涵養域の変化を図にしたものである。熊本地域は熊本市を中心とする都市域の拡大により、住宅等の非涵養域が 1976 年以降の 45 年間で約 2.3 倍に拡大している。水田等の涵養域の減少は、涵養量を減少させ、地下水量の減少につながる大きな要因の一つとなっている。



図－2 熊本地域の涵養域の変化

本研究では、熊本地域地下水総合保全管理計画（2008 年）¹⁾の策定にあたり、土地利用や涵養量の変化を確認するために、熊本県および熊本市が実施した「熊本地域地下水保全対策調査報告書」²⁾に記載された地下水モデルを用いて涵養量、水収支を計算した。このモデルは、熊本地域地下水総合保全管理計画に基づく行動計画において自然涵養量（水田・畑地・林地・草原等の降雨による涵養など）の確認に使用されたものであり、その後、地下水保全対策による涵養量の評価に継続して活用されている。

今回用いた地下水モデルは、準三次元 3 層数値シミュレーションモデルであり、熊本地域の各地区における涵養量を推計する地下水涵養モデルと、地下水涵養モデルから推計された涵養量を用いて詳細な地下水流動量の算定を行う地下水流動モデルの 2 つから構成されている。

地下水涵養モデルに入力された、地下水流動域にある土地利用面積の推移をグラフ化したものが図-3 である。1979 年～2024 年の 45 年間の推移をみると、山地の面積は 400km² 付近にあり微増であった。畑地・林地・草地等は、2000 年頃までは横ばいであったが、それ以降は微減傾向にあり、25 年間で 25km² ほど減少している。一方で水田（水稻作付面積）は、1979 年に 100km² を超えていたが、国の減反政策もあり、2024 年には半分以下の 40km² ほどまで減少している。

図-4 は熊本地域の重要な涵養域である大津町、菊陽町の水稲作付面積の推移を示したグラフである。1979 年には大津町、菊陽町合計で約 15km²(1,500ha) で主食用米の作付が行われていたが、2024 年には約 1.4km²(140ha) と 1 割程度にまで減少している。このような土地利用の変化が熊本地域の地下水涵養量の変化に大きく影響している。

地下水涵養モデルから推計された土地利用別の涵養量の推移を示したグラフが図-5 である。土地利用の変化、降雨の状況によって涵養量が大きく変化している。

水田における涵養量は 1979 年には 400 百万 m³ を超えていたが、2024 年には約 140 百万 m³ にまで低下している。そのため、1979 年に約 800 百万 m³ あった合計涵養量は、2020 年代には 5 百万 m³

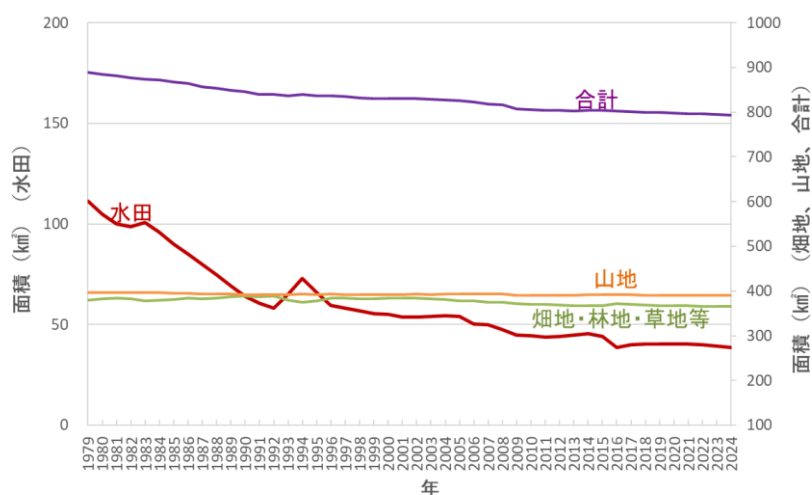


図-3 熊本地域土地利用面積の推移

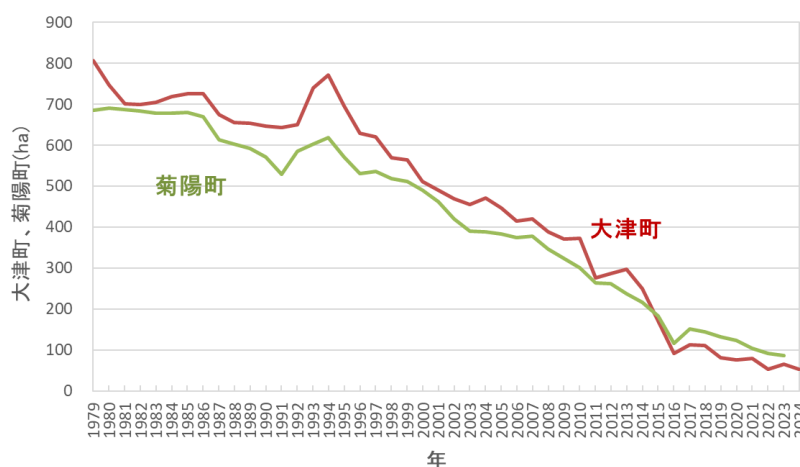


図-4 大津町・菊陽町水稲作付面積の推移

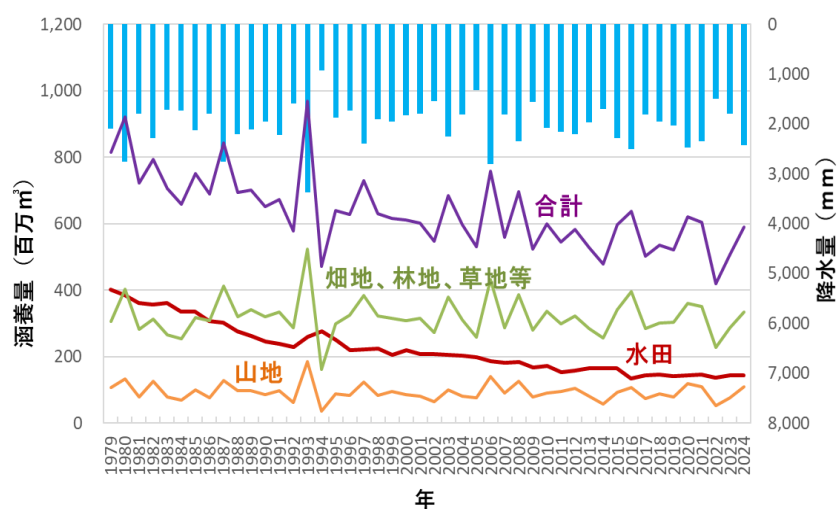


図-5 熊本地域土地利用別涵養量の推移

台まで減少している。涵養量は降水量による影響が大きい、水田からの涵養量は降水量にはほとんど影響されない。水田面積の減少は全体の涵養量低下の主要因となっている。

3. 地下水モデルによる地下水涵養量の推計

熊本地域では 2021 年に大手半導体企業の進出が決まり、工場立地やそれに伴う道路拡張、住宅建設など、涵養域である農地が大幅に減少する傾向となっている。2024 年までは涵養量の減少は水田面積減少が大きな要因となっていたが、今後は畑地等が開発され非涵養域化する影響も大きくなっていくことが考えられる。今後考えられる土地利用の変化によって熊本地域の地下水環境へどのような影響が予測されるのか、以下の条件で解析を行った。

- ①2020 年から 2024 年までの土地利用変化が 2025 年以降も続くものとするに加え、半導体企業の進出等に伴い 2025 年から 2027 年までは大津町、菊陽町、合志市周辺で年間約 200ha、2028 年、2029 年は約 100ha の畑地が非涵養域になると設定する。
- ②地下水採取量は、2025 年は 250 万 m³ 増、2026 年、2027 年は毎年さらに 300 万 m³ 増、2028 年以降は 2027 年の採取量が継続する。
- ③降水量はモデル構築当時との比較も行うため、当時の平年値を 2025 年以降データに適用する。

将来予測として 2025 年～2029 年までの涵養量を推計した結果を図-6、表-1 に示す。図-6 は、2000 年から将来予測期間の 2029 年までの全体を示した図-6.1 と 2025 年以降の将来予測期間を拡大表示した図-6.2 の 2 つの図で示した。

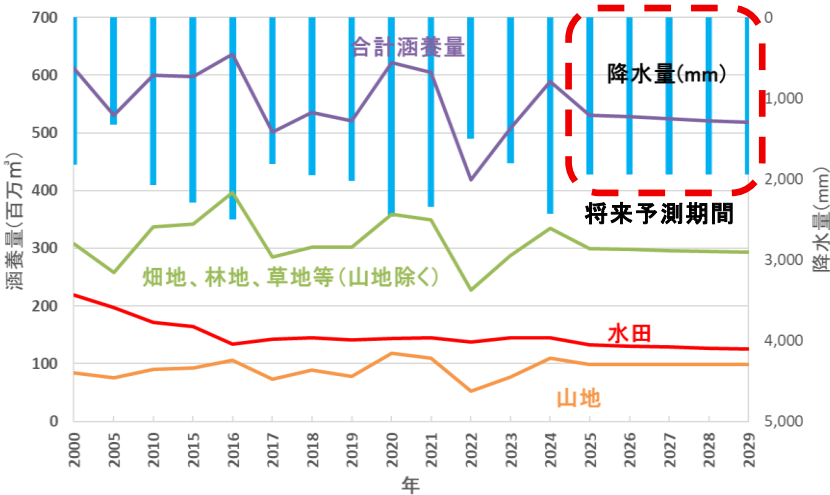


図-6. 1 熊本地域土地利用別涵養量の推移 (将来予測：降雨一定の場合)

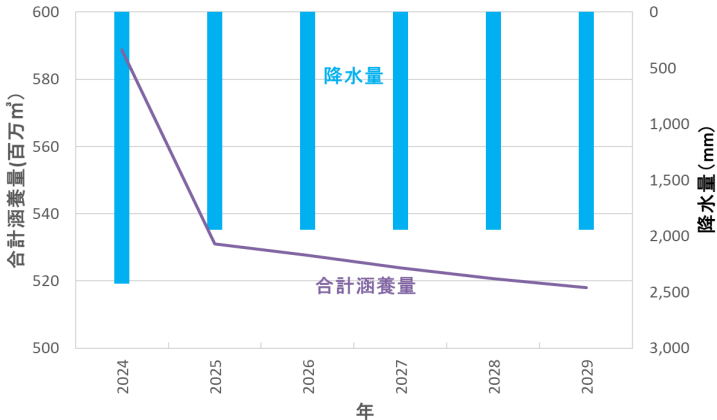


図-6. 2 降雨一定の場合の将来予測の拡大図

表-1 涵養量の推計 (将来予測)

		[百万m ³ /年]													
		2000年	2010年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年
流入量	水田、畑地、林地草地等の涵養量	526.8	509.6	447.0	443.2	503.3	494.7	365.9	431.4	479.3	432.1	428.6	425.0	421.6	419.0
	山地部の涵養量	84.6	90.3	88.8	77.5	118.4	110.2	52.4	76.6	109.5	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0
	不圧地下水からの浸透	5.2	4.1	4.2	4.2	4.0	3.9	3.9	3.9	3.8	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7
	小 計	616.6	604.0	540.1	524.9	625.6	608.8	422.1	511.9	592.5	534.9	531.3	527.7	524.4	521.8
流出量	地下水採取量	208.5	171.4	167.6	165.7	165.1	161.8	161.4	161.4	162.4	164.8	167.8	170.8	170.8	170.8
	湧水量	315.2	329.6	279.5	270.5	336.0	326.7	235.5	260.2	313.2	277.2	277.8	275.0	272.5	270.5
	その他地域への流出量	92.0	108.9	99.8	94.3	113.2	111.7	90.8	89.1	103.8	95.7	94.7	93.7	92.8	92.0
	小 計	615.8	610.0	547.0	530.5	614.2	600.3	487.7	510.6	579.4	537.8	540.2	539.5	536.1	533.3
水 収 支		0.8	-6.0	-6.9	-5.6	11.4	8.6	-65.6	1.3	13.1	-2.9	-8.9	-11.8	-11.7	-11.5
熊本気象観測所 (降水量: mm/年)		1825.5	2072.5	1950.5	2026.5	2467.5	2347.5	1502.0	1801.5	2427.0	1946.0	1946.0	1946.0	1946.0	1946.0

2024 年の涵養量は、592.5 百万 m³ と推計された。2024 年は降水量が多いため涵養量が多い推計となっている。涵養量は降水量の増減による影響が大きい、2025 年以降の降雨の条件を平年降水

量の 1,946mm と設定して将来予測を実施したところ、土地利用の変化の影響で涵養量は毎年約 300 万 m^3 、4 年間で 1,310 万 m^3 減少し、2029 年の涵養量は 521.8 百万 m^3 と推計された。

降水量が平年降水量に近い 2018 年と 2025 年以降の予測結果を比較してみると、2018 年の涵養量の推計値は 540.1 百万 m^3 となっているが、涵養域の減少に伴い、2025 年は約 1%減の 534.9 百万 m^3 、2029 年には約 3.4%減の 521.8 百万 m^3 になると推計された。

地下水収支を見ると、降水量が多い年は大きくプラスになるものの、降水量が少ない年は大幅にマイナスとなっている。2025 年以降は平年降水量の 1,946mm と設定しているため、涵養量は涵養域の減少に伴い減少傾向にある一方で、流出量は地下水採取量の増加により増加傾向となり、水収支はマイナスが続くことが推定された。

下流に存在する江津湖をはじめとした湧水地帯の湧水量は 2029 年には 270.5 百万 m^3 となり、2018 年の 279.5 百万 m^3 よりも約 3%減少している。涵養量の減少は湧水量にも影響を与えていると考えられる。

将来予測では、2025 年以降も土地利用変化に伴う涵養域の減少、すなわち涵養量減少の状況が継続した場合、熊本地域の地下水涵養量は、将来的に 5 百万 m^3 を下回る可能性がある想定される。さらに、地下水採取量の大幅な増加により、地下水収支はマイナスが一層拡大されていくことが予測される。地下水収支のマイナスが続くことは、将来的に地下水の賦存量の減少につながり、地下水位の低下や湧水量のさらなる減少をもたらすことも予想される。

4. まとめ

従来の地下水モデルを活用し、今後の熊本地域の地下水涵養量と水収支を推定した。結果、地下水採取量の増加だけでなく、土地利用改変による涵養量への影響は大きいことが確認された。地下水採取量の増加は注目されているが、それだけでなく、涵養域が減少することによる地下水への影響は大きく、水収支の悪化が今後地下水位の低下や湧水量の減少をもたらす可能性もある。

今後の水収支のバランス考える上では、地下水採取量だけではなく、涵養域の面積減少も考慮した検討が重要である。経済の発展はもちろん重要であるが、経済と環境の両立を目指し、持続可能な地下水利用のため地下水保全の取り組みを推進するとともに、今後も地下水位や湧水量の状況を注視していく必要がある。

参考文献

- 1) 熊本県, 熊本市, 菊池市, 宇土市, 合志市, 城南町, 富含町, 植木町, 大津町, 菊陽町, 西原村, 御船町, 嘉島町, 益城町, 甲佐町 (2008): 熊本地域地下水総合安全管理計画
- 2) 熊本県, 熊本市 (2005): 熊本地域地下水保全対策調査報告書