

肝属川水系地下水の汚染と流動機構に関する一考察

大隅河川国道事務所 調査第一課 師岡 文恵

1、はじめに

肝属川水系の地下水は、しらす土壌の水文地質特性と畜産排水の農地散布や素掘処理等により汚染が進んでいると言われている。昭和45年頃からの鹿児島県による畜産の育成と共に、牛・豚・鶏等の飼養頭数が増加傾向にあり、「かごしま黒豚」ブランドは全国的にも有名になった。さらに多施肥を伴うお茶栽培の拡大等の畜産・農業構造の変化も、地下水中の硝酸性窒素濃度の上昇など水質汚濁化に影響を与えていると推測される。

現在、肝属川流域では生活用水・飲料水の大部分を地下水に依存している。近年、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素が環境基準値の10mg/lを超える井戸もあり、地下水保全への取り組みが急務となっている。そこで、流域水環境の汚染源による窒素負荷量調査を行い、地質層序や地層の水理性状、地下水コンター図を地下水質の測定結果と照らし合わせて、地下水流動機構を推定し、地下水汚染影響範囲の検討を行う。また、このまま何も対策を講じなければ、将来どのように地下水汚染が広がるかという将来汚染予測を行った。

2、流域水環境の汚染状況と汚染源による窒素負荷量

2.1、肝属川水系の水循環 - 水環境状況の把握

河川水質の硝酸性窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) は、昭和50年代半ばまでの高濃度時期以降に低下したものの昭和60年代以降再び漸次上昇傾向にある。

湧水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度については、笠野原台地西部の肝属川上流左岸沿いが高く、環境基準値の10mg/Lを超えている所もある。北部～西部では串良川上流右岸沿いで5mg/Lを超える高い濃度を示している。南部では中山川中流で10mg/L程度を示す所がみられ、中山川上流は4～7mg/Lを示したのに対して中山川下流はこれよりやや低い濃度を示している(図-1参照)。

地下水については、肝属川中流で8mg/Lならびに肝属川下流(台地南部)で6mg/L、串良川中流(台地南部)で5mg/Lと高い濃度を示している。



図 - 1 硝酸性窒素濃度の分布

2.2. 汚染源による窒素負荷量算定

本調査対象域においては、農業・畜産の産業構造(生産過程)による水環境への影響に注目し、農業系と畜産系について窒素発生負荷量を算定した。農業系は昭和50(1975)年から時代とともに窒素負荷量が減少し、今後は現在のまま $250(\times 10^3\text{kg/年})$ 程度で推移するものと予測された。一方畜産系は、時代とともに窒素負荷量が増加傾向にあり、2030年頃には $4100(\times 10^3\text{kg/年})$ 程度まで増大するものと予測された。このように、肝属川流域の窒素負荷は、畜産系からの割合が高く、将来も増加の傾向にあることが伺えた。

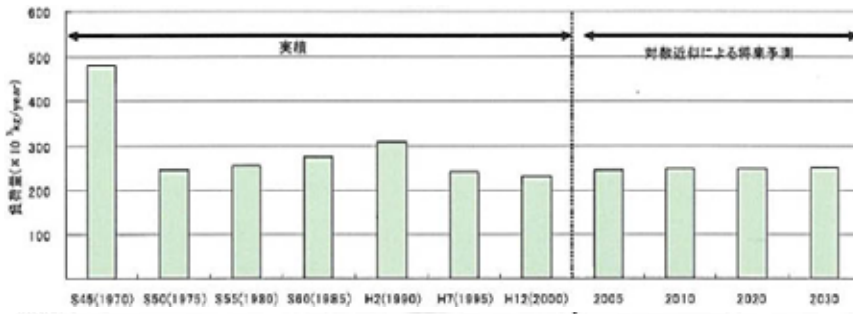


図 - 2
農業系による
窒素負荷量予測

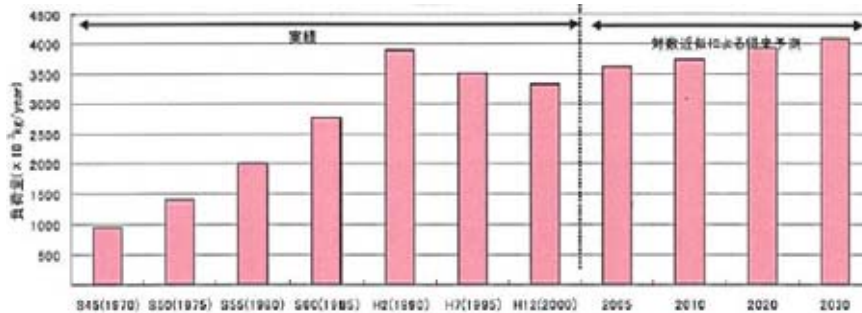


図 - 3
畜産系による
窒素負荷量予測

3. 地下水流動機構

3.1. 地質層序や地層の水理性状

地質をみると、肝属川流域は四万十層および花崗岩類を基盤とし、しらす(入戸火砕流堆積物)をはじめとする火山砂屑岩類に厚く覆われている。また、河川沿いには段丘堆積物や現河床堆積物などが分布している。浸透性の高いしらす台地は北西から南東に向かって傾斜している。この台地の西縁～南縁を肝属川が、北縁～東縁を串良川が流れており、これら両河川沿いにしらす台地を流下してきた地下水が湧水する地点が散在する。

肝属川流域における帯水層は、次のように区分される。なお、台地表面上に分布する二次しらすや新时期ーム中にも地下水が賦存している場合も想定されるが、それらは宙水的なものと考えられる。

大隅降下軽石・垂水砂礫層 第1帯水層

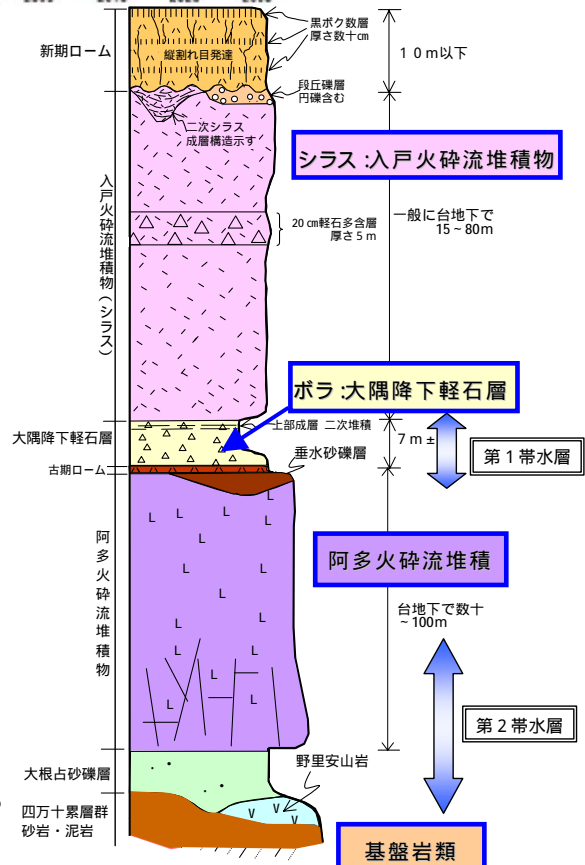


図 - 4 地質層序と帯水層区分

3.2. 地下水流動機構検討

まず笠野原台地周辺における現況での地下水位観測データ、既存資料による水位標高に現地調査結果を加味して、想定地下水コンターを作成した。台地辺の大隅降下軽石層に帯水する第1地下水の上面は、台地面の傾斜に則した形状をなして、笠野原台地では北から南に向かって傾斜している。その勾配は現地地形面より緩い。すなわち、台地北側ほど地表面からの地下水面深度が深く南(肝属川本川)側ほど浅くなっている。また、西部での地下水面の形状は西から東へ、南部では南から北へ緩く傾斜しているようである。



図 - 5 肝属川水系における地下水の平面的流れ

さらに地下水・河川水の水質分布からみた(主として主要イオン構成と硝酸態窒素含有量に着目した)肝属川水系における総合的な地下水流動についてまとめた。

これら水文地質構造および各種水質データから本地域の地下水流動機構(仮説)は、模式的には図 - 5、6のように描かれ、以下のように考察される。

肝属川流域の水収支検討から、**流域外から本流域に流入する地下水が存在すること**が示唆される。水文地質基盤となる四万十帯の堆積岩の分布および地下水コンターから、その**涵養域は主として串良川の北方地域**と推定される。

地下水の平面的な流れは笠野原台地では北から南へ、肝属川より南側の地域では南から北へ向かっている。

本地域の主帯水層は、**大隅降下軽石・垂水砂礫層(第1帯水層)**と**阿多火砕流堆積物亀裂卓越部・大根占砂礫層(第2帯水層)**に分けられる。

第1帯水層に帯水する地下水は、地表面からの浸透水と台地下において下位の第2帯水層から涵養される地下水によって賄われている。後者は、笠野原台地において硝酸態窒素濃度が台地南側ほど低く、高濃度の硝酸態窒素を含む地下水が流動の過程で希釈されている現象から類推される。

第2帯水層に帯水する地下水は、台地縁辺部の基盤岩境界付近からの供給と阿多火砕流堆積物が直接露出する河川沿いからの涵養が考えられる。

肝属川下流域では、湧泉によって地下水が多量に河川に供給されているが、その一部は地表に湧出することなく、第1帯水層から肝属川周辺に分布する沖積層に直接供給され、海域に達すると考えられる。

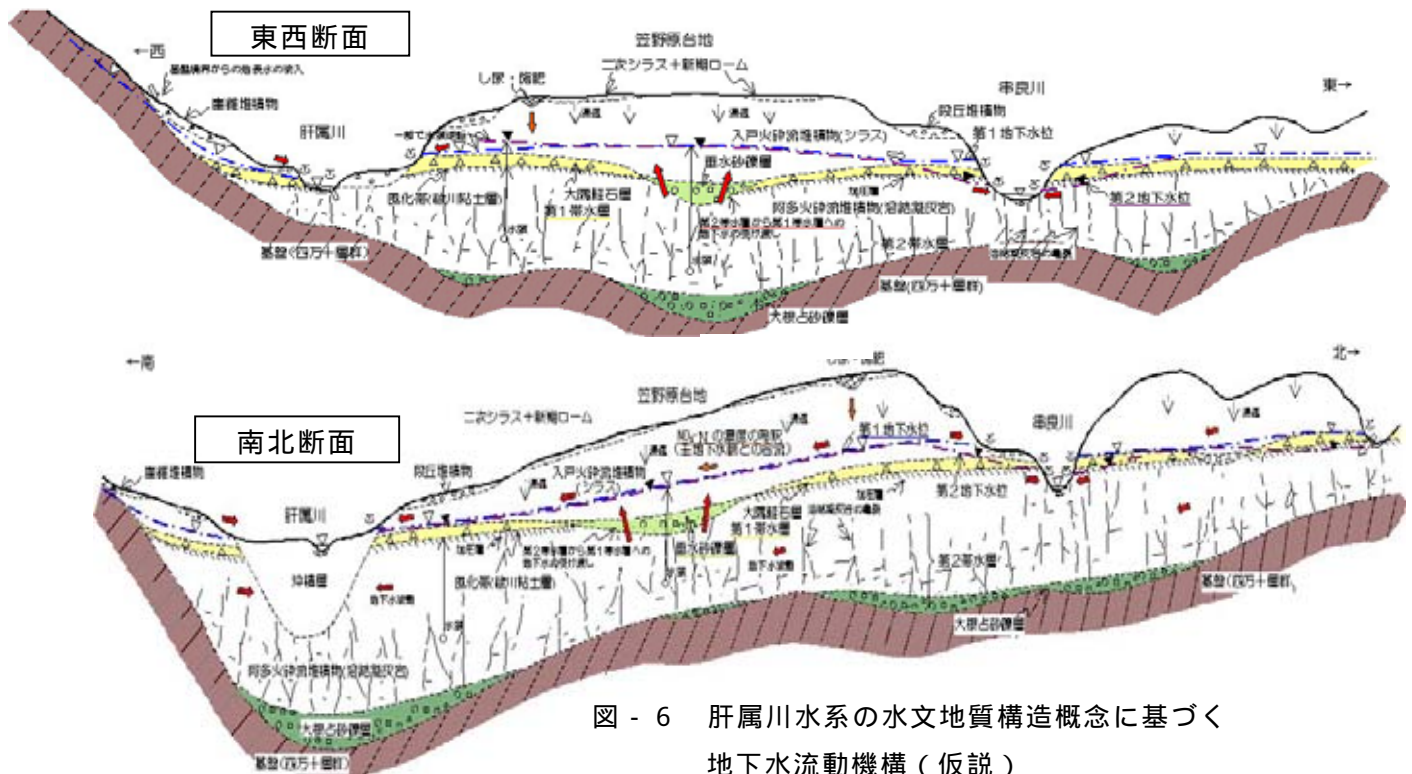


図 - 6 肝属川水系の水文地質構造概念に基づく地下水流動機構（仮説）

4. まとめ及び水質汚染範囲予測

これまでの検討結果より、肝属川水系における地下水の硝酸性窒素汚染影響範囲の予測としては以下のようにまとめられる。

第1帯水層である大隅降下軽石層（ボラ層）に帯水する地下水の汚染の広域化と汚染濃度の上昇が予測される

井戸の硝酸性窒素（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）濃度の経年変化より、深層の第2帯水層である阿多火砕流堆積物に帯水する地下水への汚染の進行が予測される（特に申良川北側からの汚染の進行が懸念される）

5. 今後の問題点

肝属川水系の地下水を規制する基本的な水文地質構造の仮説案の提案とともに、相対的な地下水の流れの推定を行ったが、これらはデータの的に確認したものではない。流域自治体や他省庁と調査データや成果といった情報を共有化しながら効率的、経済的に調査を続ける必要がある。また、今回肝属川水系地下水の将来汚染予測を行ったが、具体的に汚染が広がる濃度と範囲をさらに検討し、硝酸性窒素汚染の経路のどこで浄化し、どのように浄化するかについても検討する必要がある。現時点では効率的な地下水汚染対策方法が確立されていないが、流域の汚染源の特性を踏まえ、発生源対策も含めて検討する必要がある。