

# I. 硝酸性窒素汚染の現況とリスク要因

## 1. 汚染の現況と地質・気象要因との関係

### (1) 目的

地下水から高濃度の地下水が検出されている地点は、硝酸性窒素の負荷に脆弱な条件の場所に窒素の高負荷を与えたために、硝酸性窒素濃度の高い地下水が生じると考えられる(図 I-1-1)。そこで、地下水の硝酸性窒素濃度と水理地質、および気象要因との関連性を解析し、汚染の生じやすい条件を明らかにする。

### (2) 方法

#### ①水理地質からみた脆弱な地域

地質および気象要因は人為的に容易に改変しがたい要素であり、人間がインパクトを与える環境のバックグラウンドとして重要と考えた。土地利用によっては、農耕地以外の負荷によるデータも含むであろうが、窒素負荷が大きいところで、硝酸性窒素濃度の高い地下水が生じていることを重要視し、負荷源の種類を問わないことにした。

井戸の位置が比較的正確なデータとして、水質汚濁防止法に基づき実施された平成11～16年度の概況調査、周辺調査、及び関連する硝酸性窒素に関する調査データをもちい、これらのデータベースを作成し、GISで運用可能とした。

次に「北海道水理地質図幅」(1:100000)をもちい

て井戸位置の表層地質との関係を解析し、環境基準を超過する可能性の高い地質を抽出した。

なお、対象としたデータには、井戸の深度が不明なものを含め、種々の深度の井戸が含まれるが、硝酸性窒素濃度の高い地下水は、主に浅層地下水であるため、表層の水理地質との関連性を解析した。深層地下水の水平流動で深層のみが高濃度になるのは希なケースと考えられるので、検討結果に大きな影響はないと考える。

#### ②年間降水量による脆弱な地域の評価

水理地質による解析と同じデータをもちいて、年間降水量と基準超過井戸数、および地下水の硝酸性窒素濃度との関係を解析した。

### (3) 結果と考察

#### ①水理地質からみた脆弱な地域

- a. 地下水の硝酸性窒素濃度と水理地質の関係を図 I-1-2に示した。全道の水理地質の特徴として、透水性が不良で一般に地下水開発の対象となりにくい基盤岩類を除くと、沖積層と火砕流堆積物の分布割合が高い(表 I-1-1)。
- b. 硝酸性窒素濃度の高い井戸の周辺ではさらに詳細な調査が行われるため、濃度の高い井戸が集中しやすく、強調されやすいが、概観したところでは、網走支庁管内に基準を超過する井戸が多くみられる。
- c. 基準超過井戸位置の水理地質ごとに、全道及び各支庁の超過井戸数と超過割合を表 I-1-2に示した。以下に、全道および主要な支庁(基準を超過する井戸数が2井以下の支庁を除く)の特徴について述べる。
  - a) 北海道全体では、基準超過の井戸数は「沖積層」で多いが、超過する割合はあまり高くなく、割合としては「火砕流堆積物」の井戸が高い値を示した。「沖積層」の井戸数が多いのは、調査対象の井戸が多いこと(調査井戸数の半数を超える)、および分布面積が比較的広い影響を受けているためと考えられる。「火砕流堆積物」の井戸が高い超過割合を示すのは、透水性が良いためと考えられる。
  - b) 網走支庁管内では、基準超過井戸数は北海道全体のそれと似た傾向を示すが、超過割合は異なる傾向を示した。この地域では「段丘堆積物」および「中下部更新統」の涵養域側に「火砕流堆積物」が分布

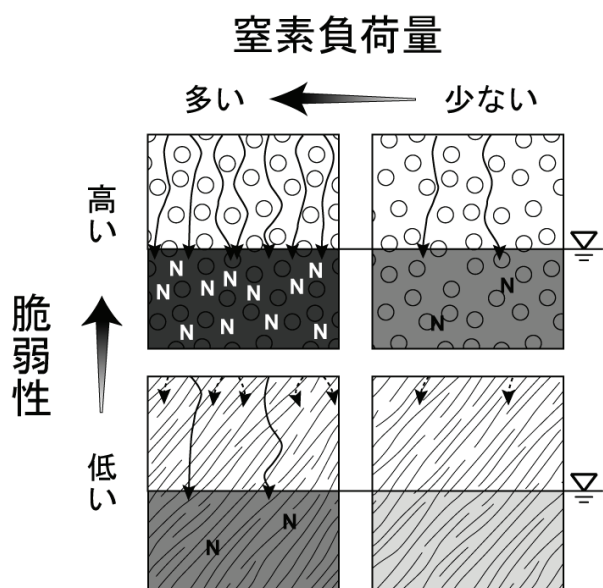
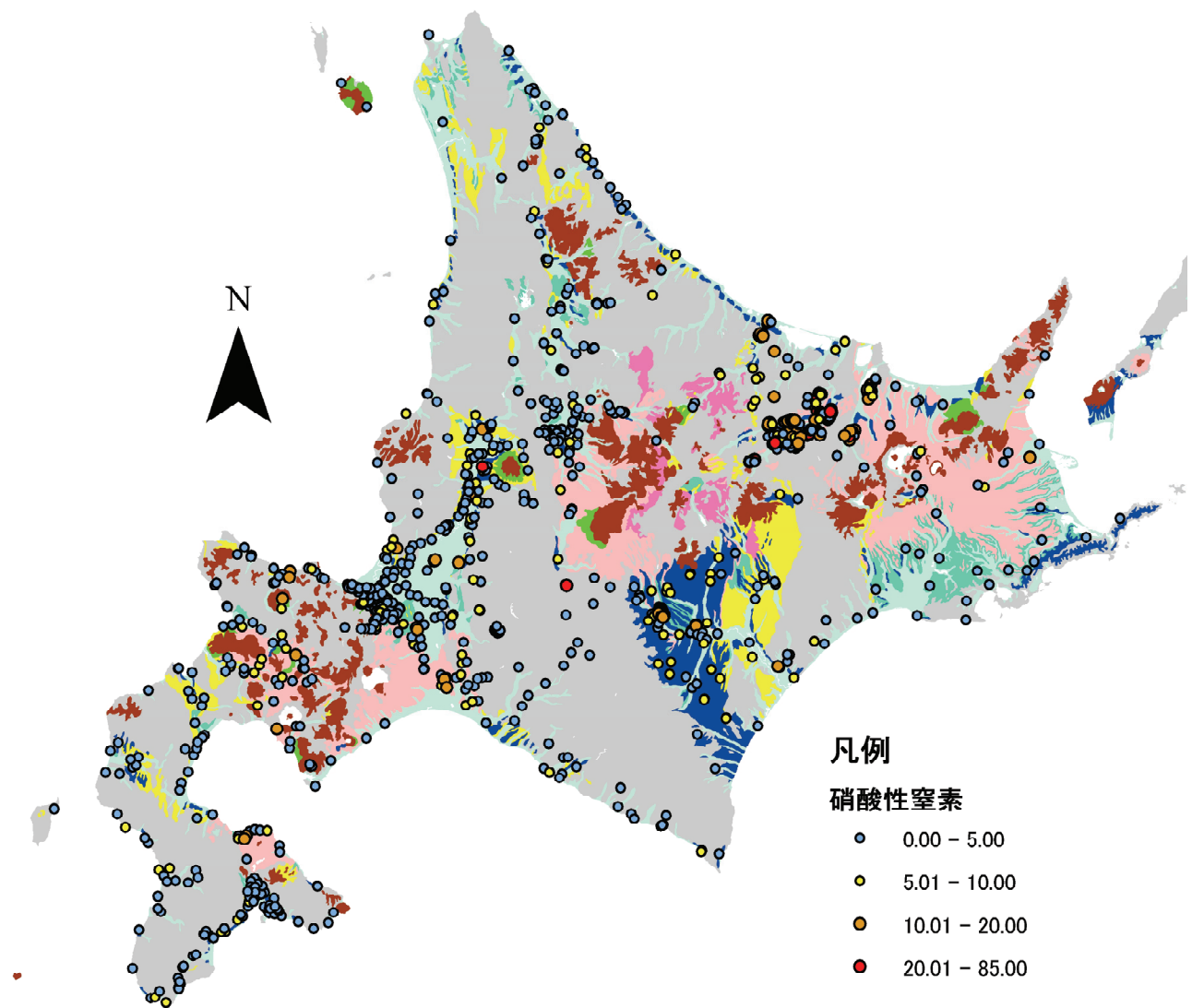


図 I-1-1 地下水汚染の及ぼす窒素負荷と脆弱性の概念図



水理地質	構成割合	説明
沖積層	15.0 %	主に、礫・砂・シルト・粘土からなる。大河川の下流域や海岸平野では軟弱な粘土・シルト・泥炭などが厚い。礫、砂など粗粒な堆積物は優良な不圧帯水層を形成し、透水性良好。
崖錐および扇状地堆積物	0.8 %	崖錐堆積物は、主に火山山麓の淘汰不良、粗しような堆積物で、不圧帯水層を形成するが、地下水面が深いことが多い。地域的バラツキが大きい。扇状地堆積物は、主に砂礫で構成され、透水性が良好。
段丘堆積物	5.5 %	主に砂礫で構成される。比較的透水性が良く、不圧帯水層を形成する。下位が鮮新統、更新統、火砕堆積物の場合には涵養源として機能する。
中下部更新統	2.6 %	砂礫や粘土からなる厚層の累層で、比較的よく締まっている。平野周辺の丘陵・台地を構成し、一般に平野下に伏在、透水性に地域差がある。
鮮新統	4.6 %	鮮新統のうち、比較的粗しような地層を一括。一般に中下部更新統よりも透水性不良。
溶岩	6.7 %	新期火山、更新～鮮新世の溶岩を一括。溶岩自体は不透水性であるが、節理などの亀裂に地下水を包蔵する。
火砕流堆積物	11.5 %	主要火山から噴出した軽石流堆積物、熔結凝灰岩などからなり、火山降下物を含めた、軽石、火山灰、砂、礫などで構成される。全体的に透水性が高く、涵養域として重要。
基盤岩類	53.3 %	新第三系、白亜系などの古期堆積岩類や火成岩、変成岩を一括。地下水は裂っか水として存在している場合がある。透水性不良。

図 I-1-2 硝酸性窒素濃度と水理地質。  
 水理地質は、「北海道の地質 60万分の1北海道地質図(1980)」<sup>1)</sup>を編集。

表 I-1-1 支庁別の水理地質の分布

支庁	沖積層	崖錐および 扇状地堆積物	段丘堆積物	中下部更新統	鮮新統	溶岩	火砕流堆積物	基盤岩類
石狩	24.1	1.7	0.7	3.0	1.3	8.0	18.7	42.4
渡島	10.0	0.9	2.3	1.8	5.2	2.6	7.8	69.4
檜山	9.0	0.0	2.8	0.1	4.2	0.4	0.0	83.5
後志	9.1	2.0	0.9	0.5	7.3	17.9	12.3	50.1
空知	22.4	1.4	3.5	1.5	5.6	1.9	0.3	63.4
上川	16.2	1.1	1.2	1.3	1.3	12.2	14.1	52.5
留萌	14.9	0.0	1.5	0.5	7.6	2.7	0.0	72.8
宗谷	19.4	2.1	3.2	4.2	7.4	5.0	0.0	58.6
網走	14.7	1.2	4.6	0.0	2.2	7.1	14.9	55.3
胆振	19.0	0.6	0.8	0.0	1.0	14.2	22.7	41.7
日高	7.6	0.0	2.1	0.0	1.2	0.0	0.0	89.1
十勝	10.5	0.0	23.1	2.0	12.4	5.0	8.3	38.6
釧路	19.8	0.0	3.1	16.2	1.6	5.2	21.5	32.5
根室	14.1	0.4	5.6	6.2	0.9	9.0	44.2	19.6
全体	15.0	0.8	5.5	2.6	4.6	6.7	11.5	53.3

表 I-1-2 基準超過井戸位置の水理地質と基準超過井戸数・超過割合

支庁	沖積層	段丘堆積物	扇状地 堆積物	火砕流 堆積物	中下部 更新統	鮮新統	基盤岩類	火山岩	計
石狩	4 / 105 (3.8%)	0 / 1 (0.0%)	0 / 54 (0.0%)	0 / 9 (0.0%)	1 / 24 (4.2%)	0 / 3 (0.0%)	0 / 4 (0.0%)	0 / 0 -	5 / 200 (2.5%)
渡島	0 / 47 (0.0%)	0 / 20 (0.0%)	0 / 6 (0.0%)	0 / 4 (0.0%)	0 / 3 (0.0%)	0 / 0 -	0 / 14 (0.0%)	2 / 7 (28.6%)	2 / 101 (2.0%)
檜山	0 / 14 (0.0%)	0 / 4 (0.0%)	0 / 0 -	0 / 0 -	0 / 0 -	0 / 1 (0.0%)	0 / 5 (0.0%)	0 / 1 (0.0%)	0 / 25 (0.0%)
後志	1 / 37 (2.7%)	0 / 6 (0.0%)	0 / 1 (0.0%)	3 / 7 (42.9%)	1 / 5 (20.0%)	0 / 0 -	1 / 11 (9.1%)	0 / 0 -	6 / 67 (9.0%)
空知	6 / 54 (11.1%)	0 / 7 (0.0%)	0 / 11 (0.0%)	0 / 0 -	4 / 19 (21.1%)	2 / 5 (40.0%)	0 / 8 (0.0%)	0 / 0 -	12 / 104 (11.5%)
上川	0 / 67 (0.0%)	0 / 5 (0.0%)	0 / 4 (0.0%)	0 / 2 (0.0%)	0 / 2 (0.0%)	0 / 1 (0.0%)	1 / 13 (7.7%)	0 / 0 -	1 / 94 (1.1%)
留萌	0 / 6 (0.0%)	0 / 2 (0.0%)	0 / 0 -	0 / 0 -	0 / 0 -	0 / 1 (0.0%)	0 / 2 (0.0%)	0 / 0 -	0 / 11 (0.0%)
宗谷	0 / 14 (0.0%)	0 / 4 (0.0%)	0 / 0 -	0 / 0 -	0 / 4 (0.0%)	0 / 1 (0.0%)	0 / 1 (0.0%)	0 / 2 (0.0%)	0 / 26 (0.0%)
網走	64 / 129 (49.6%)	26 / 42 (61.9%)	0 / 0 -	30 / 59 (50.8%)	7 / 11 (63.6%)	0 / 0 -	4 / 18 (22.2%)	0 / 2 (0.0%)	131 / 261 (50.2%)
胆振	3 / 24 (12.5%)	0 / 3 (0.0%)	0 / 0 -	0 / 3 (0.0%)	1 / 1 (100.0%)	0 / 0 -	0 / 4 (0.0%)	0 / 3 (0.0%)	4 / 38 (10.5%)
日高	0 / 22 (0.0%)	0 / 3 (0.0%)	0 / 0 -	0 / 0 -	0 / 0 -	0 / 0 -	0 / 3 (0.0%)	0 / 0 -	0 / 28 (0.0%)
十勝	6 / 46 (13.0%)	5 / 45 (11.1%)	0 / 4 (0.0%)	0 / 0 -	1 / 6 (16.7%)	0 / 0 -	0 / 2 (0.0%)	0 / 0 -	12 / 103 (11.7%)
釧路	0 / 7 (0.0%)	0 / 1 (0.0%)	0 / 0 -	0 / 4 (0.0%)	0 / 4 (0.0%)	0 / 0 -	0 / 5 (0.0%)	0 / 0 -	0 / 21 (0.0%)
根室	0 / 1 (0.0%)	0 / 3 (0.0%)	0 / 0 -	0 / 0 -	1 / 7 (14.3%)	0 / 1 (0.0%)	0 / 0 -	0 / 0 -	1 / 12 (8.3%)
全道	84 / 573 (14.7%)	31 / 146 (21.2%)	0 / 80 (0.0%)	33 / 88 (37.5%)	16 / 86 (18.6%)	2 / 13 (15.4%)	6 / 90 (6.7%)	2 / 15 (13.3%)	174 / 1091 (15.9%)

基準超過井戸数／調査井戸数  
(基準超過割合)

※小文字明朝体の支庁は、基準超過井戸数が2井以下

- するなど、両者の関連性が高いためと考えられる。他の地域では「段丘堆積物」での基準超過は少ない。
- c) 全道の「沖積層」の「高頻度・中検出率」の特徴は、各支庁にほぼ共通する傾向である。
- d) 全道の「火砕流堆積物」・「中下部更新統」の検出率は、網走支庁・後志支庁の寄与が大きい。

- e) 「鮮新統」で基準超過が生じているのは、「空知支庁」の特徴である。
- ②年間降水量による脆弱な地域の評価
- a. 各自治体ごとの年間降水量の平年値と基準超過井戸数などの関係
- a) 基準超過井戸数との関係では、およそ900mmを境にそれ以下で基準超過井戸数が多い自治体と少な

い自治体に分離できる(図 I-1-3)。

b) 硝酸性窒素濃度との関係では、800mm付近以下で高濃度の地点が多かった(図 I-1-4)。

b. 調査井戸位置の年間降水量と硝酸性窒素濃度の関係

調査井戸位置の年間降水量(平年値)と硝酸性窒素濃度との関係を図 I-1-5に、基準超過井戸数の累積割合との関係を図 I-1-6に示した。

a) 超過井戸数の累積図(図 I-1-6)において、年間

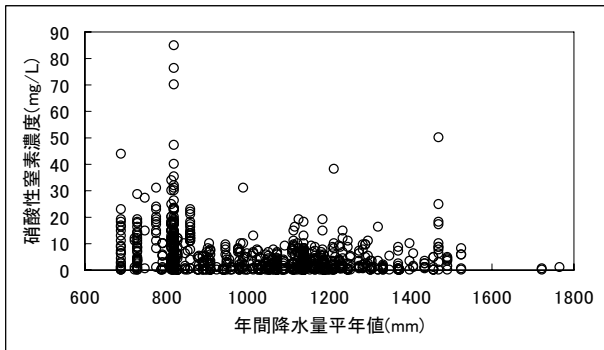


図 I-1-3 年間降水量平年値と基準超過井戸数の関係

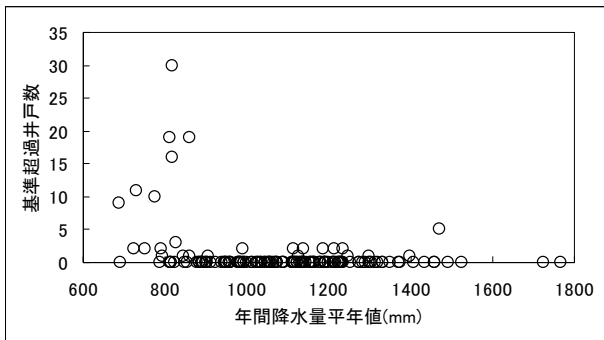


図 I-1-4 年間降水量平年値と硝酸性窒素濃度の関係

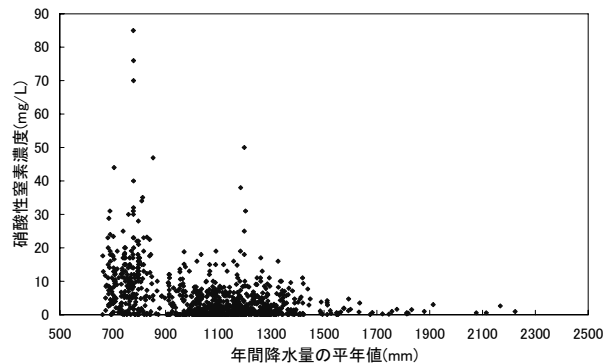


図 I-1-5 年間降水量平年値と硝酸性窒素濃度の関係

降水量800mm付近で変曲点が認められ、これ以下の領域に基準超過井戸数の約8割が含まれていた。

b) 年間降水量分布を800-900mmで区分して図 I-1-7に示したが、800mm以下の地域は主として網走支庁管内に分布していた。

(4) まとめ

①水理地質からみた脆弱な地域

a. 超過割合の高い火砕流堆積物分布地域

10mg/Lを超えるような高い濃度の井戸がみられ、透水性がよいため帯水層へ浸透しやすいと考えられ、潜在的に硝酸性窒素濃度が高くなりやすい。

b. 基準超過井戸数の多い沖積層分布地域

透水性が良く、また地下水利用者が多いことや、分布面積が比較的広いことも基準超過井戸数が多くなる要因と考えられる。多くの利用者が存在する点

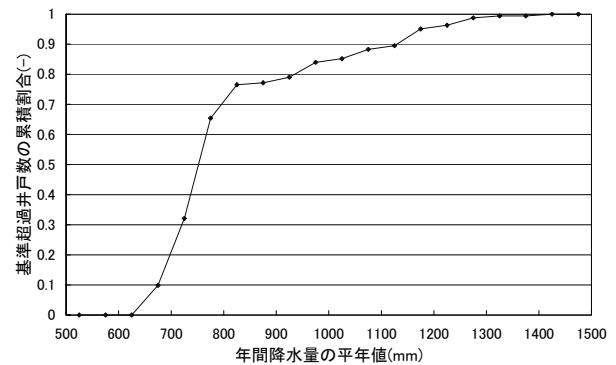


図 I-1-6 年間降水量と基準超過井戸数の累積割合

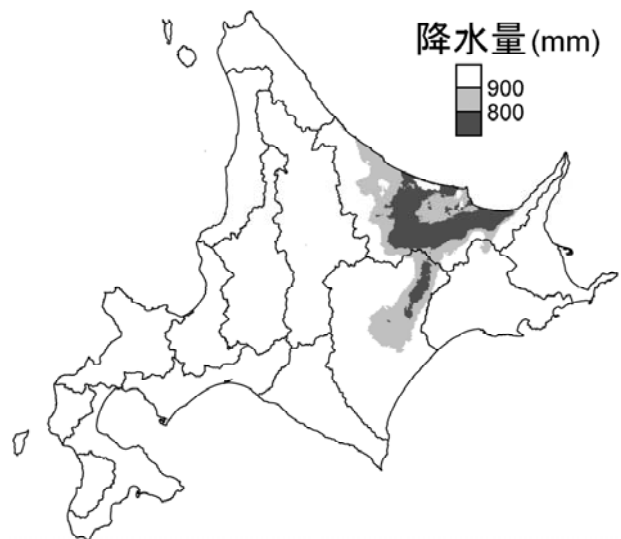


図 I-1-7 年間降水量平年値の分布図

で窒素負荷軽減の必要性が高い。

## ②年間降水量による脆弱な地域の評価

年間降水量と基準超過井戸の関係を解析した結果、基準超過井戸の約8割が年間水量800mm以下の地域に含まれており、この地域は網走支庁管内に多く分布していた。

## (5) 引用文献

- 1) 北海道立地下資源調査所. “60万分の1北海道地質図”. 北海道立地下資源調査所, 1980. (北海道の地質と資源 I)

(丸谷 薫, 高橋 良, 高清水康博)