

5. 地下水の水位および電気伝導度の経時変化

野村佳範（筑波大学院・環境科学研究科）

岡田亮介（筑波大学院・環境科学研究科）

崔 榮恩（筑波大学院・環境科学研究科）

5.1 観測の概要

埼玉県入間市中神地内の茶畑，三輪神社の2地点において1998年2月20日～3月7日にかけてロータリー式ボーリングマシンを使用してオールコアボーリングを行った（図2-1参照，茶畑：C地点，三輪神社：D地点）．掘進口径は86mm，掘進深度は20mである．ボーリングコア採取後は口径50mmの塩ビパイプをいれて観測井として使用した．観測井は地表から16m以深においてスクリーンが設けられており，膨張性ゴムシールがスクリーンより上部に1箇所巻かれて塩ビ管とボーリング孔との隙間を埋めている．

2地点の観測井のうち，D地点の観測井（管頭標高137.8m）に，水圧式水位センサー（CDK-940，DRUCK Ltd.）および電気伝導度センサー（C-247WL，DRUCK Ltd.）を設置して，30分間隔で孔内水位および電気伝導度（EC）測定を行った．測定されたデータはプログラマブルデータロガー（CR10X，CAMBELL SCIENTIFIC Inc.）に蓄積される仕組みで，毎月末に測定データを回収した．観測期間は1998年5月30日から1999年10月30日までの1年5ヶ月である．

またC地点観測井，D地点観測井ともに毎月末に採水を行い，この際に水面計（ミリオン水位計50m，ヤマヨ測定機（株））で孔内水位を，携帯式電導度計（SC82，横河電機（株））で電気伝導度を測定した．

水圧式水位センサーは水位の変動によって変化する水圧を，受圧部のダイヤフラム（圧力や力を変位に変換する金属または非金属の弾性薄板製の隔膜）により変位に変換し，その変位（ひずみ）を電気信号に変換する半導体式で，大気圧の変動はケーブルに内蔵する大気開放パイプにより相殺している．

電気伝導度センサーは3つのステンレスリングにより各電極間の水の抵抗を測定する．電極の距離が1cm，電極の表面積が1cm²とした場合の抵抗，すなわち抵抗率（ Ω cm）の逆数が電気伝導度（S cm⁻¹）である．一般に水溶液の電気伝導度は電荷をもつ溶存イオン量が増すと増大する．水中の溶存物質が比較的少量の場合，電気伝導度はその量に比例して変化すると考えられるので，電気伝導度を測定することで，全溶解物質のおよその値を推定できる．また温度補正サーミスタを内蔵し，温度補正を行っている．

5.2 観測結果

観測期間の観測結果を埼玉県茶業試験場での日降水量と日平均気温の観測結果とともに図5-1に示す．観測期間内における自記データの空白はセンサーやバッテリーの問題による欠測である．1回の降雨に対する水位の応答性は悪く，25mmを超える降雨が続くと水位上昇がみられる．電気伝導度は，採水を行った直後では観測井内が攪拌された状態のために一時的に僅かな上昇がみられるが，全体的に水位低下に応答して電気伝導度が低下する傾向で，水位上昇時には電気伝導度は上昇した．しかし，採水時の携帯式電導度計での測定では，水位が前月より上昇した場合，電気伝導度は上昇する場合と低下する場合がみられた．

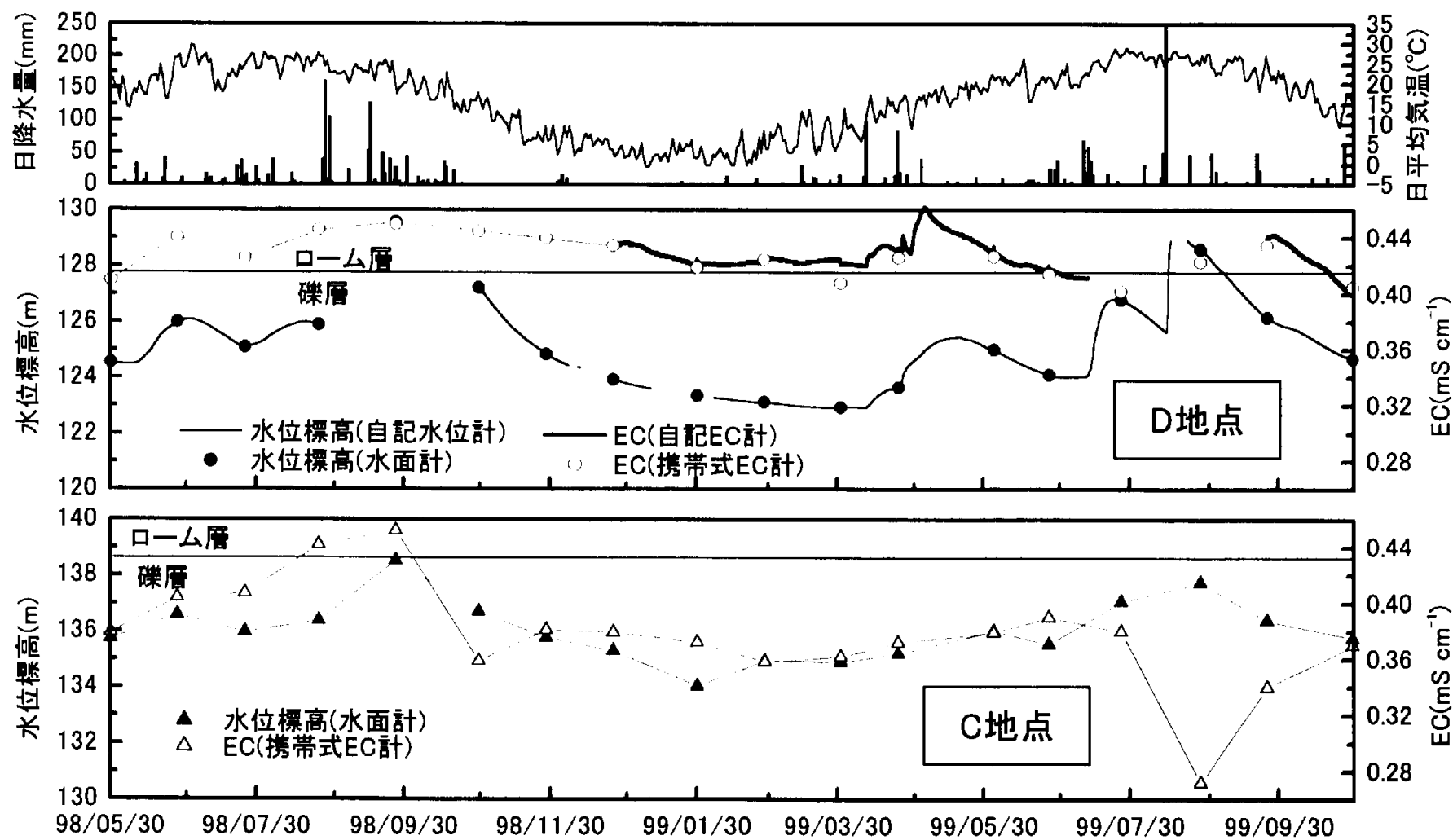


図5-1 CおよびD地点における地下水位と電気伝導度の経時変化

日降水量 100mm を超える降雨が集中した 1998 年 8～9 月や、日降水量が 250mm を超えた 1999 年 8 月では、孔内水位はローム層中に相当する標高に上昇したが、実際に地下水面がローム層まで達したかどうかは不明である。ローム層に地下水面が達した場合、ローム層中の溶存性イオンが溶出して電気伝導度が上昇することが考えられるが、2 回とも欠測のため連続データが得られずその確認は出来なかった。しかし採水時の測定では、前月の電気伝導度と比較して大きな変化はみられなかったため、電気伝導度の大きな上昇はなかったものと推測される。このため孔内水位がローム層中に相当する標高まで達したとき、細野 (1993) が武蔵野台地において推測した状態、すなわち帯水層 (金子台の場合は金子礫層) が飽和状態となり、一時的に地下水が被圧の状態になり、これによって孔内水位を押し上げたという現象が考えられる。

水位上昇時の電気伝導度の応答は、電導度の上昇と低下がみられたが、図 5-2 に採水時に水面計と携帯式電導度計で測定した D 地点観測井での水位と電気伝導度の関係を示す。これによると相関係数は 0.436 と両者に高い相関は認められない。これは先ほど述べたように、水位上昇に対して電気伝導度は上昇する場合と低下する場合がみられたことによる。通常、電気伝導度は降雨浸透した水による希釈により、低下することが考えられる。電気伝導度が上昇する要因としては上流からの電気伝導度の高い水の流入が考えられる。しかし水位が上昇傾向だった 1999 年 4～5 月の自記電導度計のデータでは電気伝導度が一旦上昇した後に低下して、再び上昇という不自然な変化を示している。このため電気伝導度センサーに何らかの異常が発生した可能性も考えられる。

D 地点観測井と C 地点観測井の水位の関係を図 5-3 に、電気伝導度の関係を図 5-4 に示す。これらによると水位には相関係数 0.968 と高い相関を認めることができるが、電気伝導度には相関係数 0.355 と高い相関は認められない。水位に関しては同じ帯水層、連続的な地下水面であることから、その変動も同様なものになると考えられる。電気伝導度については D 地点観測井と比較して C 地点観測井の変動幅が大きい。これは地点ごとの影響、すなわち観測井の立地場所の影響が大きいと考えられる。C 地点は D 地点よりも上流側、さらに台地の尾根近くに位置する。このために C 地点観測井は D 地点観測井よりも降雨浸透の影響を受けやすいと考えられ、電気伝導度の変動幅が大きくなったと考えられる。一方で下流側の D 地点観測井は上流からの流入などの影響を受けるため、比較的電気伝導度は安定すると考えられる。

参考文献

株式会社日さく (1998) : ポーリング調査報告書, 4p.

建設省水文研究会 (1985) : 『水文観測』全日本建設技術協会, 294p.

細野義純 (1993) : 1991 年秋に発生した武蔵野台地における地下水位の異常上昇について。地下水技術, 35(4), 11-19.

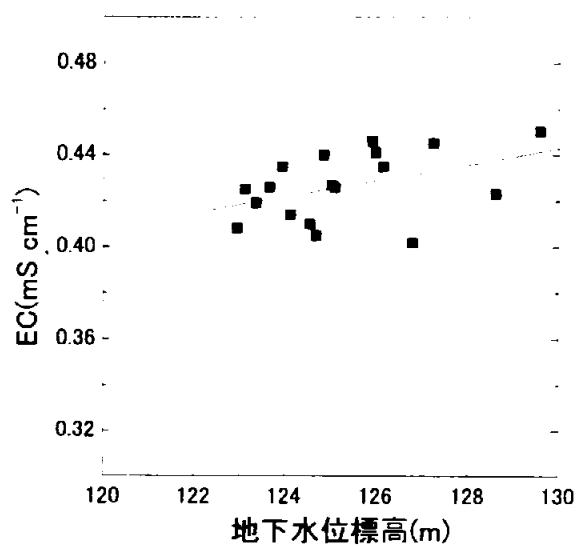


図5-2 D地点観測井における
水位とECの関係

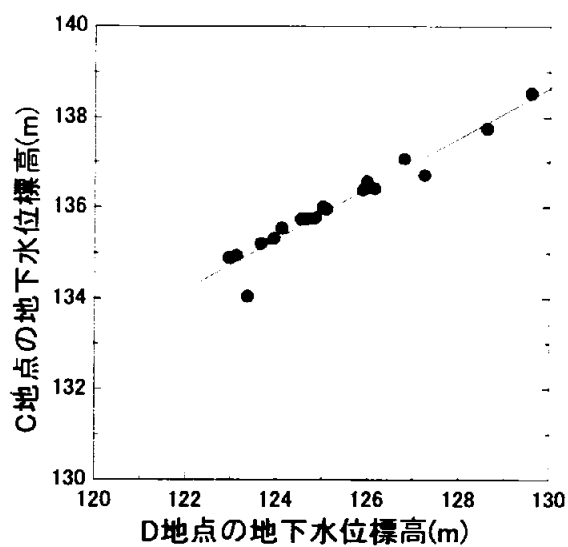


図5-3 D地点観測井と
C地点観測井における
水位の関係

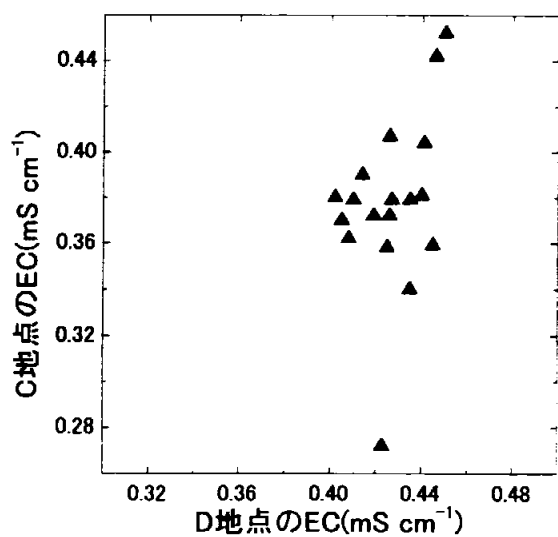


図5-4 D地点観測井と
C地点観測井における
ECの関係