## 黄河河口域における夏季地下水測水調査報告

中山映美\*1・谷口真人\*2・小野寺真一\*3・宮岡邦任\*4・徳永朋祥\*5・陳建耀\*2・劉貫群\*6

# 1.はじめに

本研究グループでは,黄河河口域の堆積 環境の変化と最近の急激な水循環変化が, 黄河デルタにおける地下水・河川水・海水 相互作用に与える影響の解明を目的として いる.本報告では,地下水に焦点をあて, 測水データから陸域における地下水環境を 把握することを目的とした.

#### 2. 地域概要

Fig.1 に調査対象地域位置図を示す.対 象地域は黄河デルタ地帯の中心で,海抜2 ~10m,西部には黄河扇状地帯,山地を望 む.下流域では,断流の影響で土砂が主川 道に集中するため,河床高が上がり,堤外 地よりも高く,堤外地は平野よりも高くな っており、その結果天井川を形成している. また,数十年前中国政府は水路整備のため, それまで北上し渤海湾に注いでいた 黄河の河口を ,Fig.1 における地点 41 付近 において流路を東に延長し, 莱州湾に河口 を移動した、土壌はソーダアルカリ分を多 く含む.気候は温帯モンスーンに属し,降 水期は夏である.年間平均降水量は 500~ 1000 ミリを記録し自然災害が多い.また, ところどころに製塩所があり,塩産地とし て有名である.

# 3.研究方法

調査は 2003 年 9 月 10 日 ~ 20 日に東営市 内の民家および国の井戸,河川水を対象に 測水調査を行った.浅井戸(<20m)26地 点,ボーリング孔(=20m)10地点,深井 戸(>20m)9地点,河川2地点について 現地で電気伝導度,水温,pH,RpH,ORP,DO, 水面・井戸底の深度を測定するとともに, 化学分析用に採水を行った.各項目の測定 方法は,電気伝導度(YOKOGAWA MODEL SC82), 水温(缶付き温度計),pH(YOKOGAWA MODEL 82),ORP(HOR1BA),DO(DKK-110),水面・井戸 底(YAMAYOMILLION 水面計),主要7成分 (ION ANALYZER IA-100),HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>(pH4.8 アルカ リ度)である.

#### 4.調査結果

4-1 水温・pH・ORP

Fig.2 に水温-井戸深相関図を示す.浅井 戸では深度が増すごとに低く,深井戸では 深度が増すごとに水温が高くなった.Stall man(1963)によると,同一深度の地下温度は 涵養域でより低温,流出域でより高温とな る.今回は井戸の標高データが不明である ため,同深度での比較は難しい.

また,一般に海岸部は広域地下水流動系 の流出域であるため,海岸に近づくほど地 下の温度は高くなると予想した.Fig.3 に 浅井戸等水温線図を示す.右岸側では上流 から莱州湾に向けて地下水温は高くなる. 一方,左岸側ではそういった傾向は見られ ない.理由のひとつとしては,黄河河口の 移動によって,周辺の水循環が変化し,安 定した状態でないことが予想された.一方,

\*1 三重大大学院 Grad.Mie Univ. \*2 総合地球環境学研究所 Research Institute for Humanity and Nature \*3 広島大 Hiroshima Univ. \*4 三重大 Mie Univ. \*5 東京大 Tokyo Univ. \*6 中国海洋大学 Ocean Univ.of China pH においても同様の分布・相関傾向がみら れた.また, ORP においては深度 20m以浅 で pH7.0 以下のサンプルはマイナスの ORP 値を示した.全体的に, pH 値が上がるにつ れて ORP 値も上昇した.

#### 4-2 電気伝導度

Fig.4 に伝導度-井戸深相関図, Fig.5 に 浅井戸における伝導度分布, Fig6 に伝導度 -pH 相関図を示す.浅井戸では深度が増す とともに伝導度が上昇する傾向が顕著であ る.分布図では 左岸側ボーリング孔で沿線 的に値が高くなった.一方,右岸側では上 流から下流に向けて高い値を示す部分と低 い値を示す部分が交互に現れた.Fig.6 で は,浅・深井戸ともに pH 値が高くなると伝 導度は低下した.また, pH 値が7.6 以上に なると伝導度の低下現象はなくなった.

### 4-3 トリニニアダイアグラム

Fig.7 にトリリニアダイアグラムを示す. キーダイアグラムをみると,深井戸における HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>の割合が比較的高く,浅井戸および ボーリング孔,河川近傍の地点においては HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>の存在比率が低い.CI-濃度に注目する と,値は測水地点41を基点として海側では 高く,陸側では低くなる傾向があらわれた.

また, Cation の組成をみるとNa<sup>+</sup>+k<sup>+</sup>が rich であるものとそうでないものに分類す ることができた.ここでNa<sup>+</sup>+k<sup>+</sup>/all cation50%でボーダーとすると, Na<sup>+</sup>+k<sup>+</sup> 50 には, ボーリング孔および河川近傍の全て, 浅井戸13地点と深井戸2地点が含まれ, N a<sup>+</sup>+k<sup>+</sup><50には浅井戸12地点と深井戸6地点 が含まれた.さらに, Fig.8 に黄河右岸に おける CI<sup>-</sup>濃度鉛直分布を示す.海岸線から 25km あたりの沿岸地点では,深度が増すご とに CI-濃度が減少するのに対して,内陸で はところどころ浅層部において濃度の高い 地点が見られ,等値線の形状に乱れが生じ た.

#### 5.考察

以前黄河は地点 41 付近から北上してい たことから、左岸側ボーリング孔沿いは黄 河の旧流路に位置していることが示唆され る. Fig.7において,浅井戸はNa<sup>+</sup>+k<sup>+</sup>が rich であるものとそうでないものに分類で きた.Na<sup>+</sup>+k<sup>+</sup> と Cl<sup>-</sup> の関係は, Cl<sup>-</sup>濃度が 高いほどNa<sup>+</sup>+k<sup>+</sup>が rich になる傾向にある. また,伝導度の値から,CI-濃度が高い地点 は海水の影響があると考えられる.左岸側 ボーリング孔沿いにおいて,直線状に CI-濃度が高くなっているのは,旧河道の名残 から水が流動しやすい状態となっており, 海水の浸入が容易であるためである可能性 が大きい.一方で,右岸側では近年,大規 模な河道変遷が行われていないので,沿岸 から内陸に向かって次第に CI-濃度が変化 しそうである.しかし,CI-濃度が突然高濃 度になる地点が出現する.その浅井戸では, 黄河流域全体の大きな流動の影響よりも、 地域特有の要素が強く働き,その結果内陸 においても CI 濃度が高い地点が存在する のではないかと考える.

#### 6.まとめ

浅井戸における分布図から,黄河の右岸 と左岸では,別の流動系が存在する可能性 が考えられた.とりわけ,旧河道付近に位 置する左岸側ボーリング孔においては, 河道に影響される形で流動系が形成され ていることが示唆された.

また,内陸において CI-濃度や伝導度が 高い値を示す地点については,土地利用や 地下構造等の情報を照合することで明ら かになるものと思われる. 今後は,定期的に測水を行ない,流動系 をより詳細に把握する.それらの結果は本 地域における地下水・河川水・海水相互作 用の解明を検討する材料となるであろう.









Fig.2 水温 - 井戸深相関図



Fig.6 電気伝導度 - pH 相関図





Fig.8 右岸における CI-濃度鉛直分布