

濟州東部地域 地下水의 高鹽度 要因에 關한 研究

尹 正 守*

I. 緒 言

濟州島의 地質分布는 玄武岩類가 第三紀末에서 第四紀初에 걸쳐 여러번 噴出하였으며, 이들은 火山碎屑層과 互層을 이루고 있고, 噴出時期를 달리 하는 熔岩類사이의 不整合面에는 風化殘留土가 挾在하기도 한다.

이들 玄武岩類에는 節理 및 熔岩空洞構造(lava tunnel 또는 lava tube)가 무수히 發達하고 있어 양호한 帶水層을 形成하고 있다. 上記와 같은 特異한 地質構造 때문에 濟州島의 水資源에 대한 開發은 1963年을 시작으로 1970年 農振公이 設立되면서 1971年까지 2년간 本島 全域에 걸친 細部地質調査와 地下水賦存 可能性 조사를 實施한 結果, 本島 地下深部에는 두꺼운 淡水 lens가 存在한다는 結論을 얻고 1972년부터 오늘에 이르기까지 地下水 開發 事業이 推進되고 있다.

그동안 20여년간에 걸친 調査와 開發의 產物로 道全域에는 220여개소 이상의 地下水 開發孔이 散在하며 개인 및 企業體의 私設管井을 포함한다면 550여개소 이상에 達할 것으로 추측된다.

이와같은 地下水開發事業의 큰 成果는 奉天水에 의존하던 濟州島의 歷史를 뒤바꾸는 획기적인 發展을 가져왔으나 일부 海岸地域 地下水源이 過多利用으로 因한 기존 湧出水의 湧出量 및 地下水面의 현저한 減少 추세와 일부 지역 地下水가 개발 당시보다 高鹽分含量 등 그 利用面에서 여러가지 기술

* 제주대학교 해양학과, 해양지질학 전공

적인 문제가 대두되고 있음이 또한 사실이다.

20여년전과 오늘에 이르기까지만 하더라도 地下水를 찾는 것에만 급급하였지만 이전 찾아놓은 地下水源을 어떻게 管理하며 活用할 것인가 하는 문제가 실로 중요한 문제이다. 특히 섬지방의 地下水는 그 湧出能力에 한도가 있기 때문에 地下水源의 급격한 需要增加에 대비하고 합리적인 開發과 유지 관리란 측면에서 다루어져야 하겠다.

이러한 배경에서 本研究는 유독 濟州島의 東部一部地域이 食水단이 다른 地域과 다르게 짝짤하다는 점, 그 要因을 알아보고 음료수의 짝맛을 결정하는 鹽分度를 調査하여 각 地域別差를 알아보고 아울러 地下水賦存形態 等도 考察함으로써 本島 地下水의 開發 및 保存에 다소 도움이 될 것으로 사료된다.

II. 濟州島 地下水의 賦存과 產出狀態

濟州島 地下水는 火山島가 지닌 특수한 地質 및 地形條件으로 인하여 특이한 賦存양상을 갖고 있다(1972, 農振). 本島는 수십차에 걸친 火山活動으로 20여종의 熔岩類를 噴出시켰으며, 이들 熔岩類 사이에는 火山礫, 火山砂 및 火山灰 등이 火山碎屑物이 挾在되어 있다.

本島의 地下水를 賦存시킬 수 있는 水理地質構造의 要因으로서는 透水性 요소로서 節理, 氣孔, 火山碎屑物, clinker, lava tube 등을 들 수 있고, 不透水性 요소로서는 치밀질의 粗面岩과 安山岩, Paleosols 등이다. 이들 두 부류의 요소는 濟州島의 地下水 부존과 그 產狀을 결정해주는 중요한 要素인 것이다.

本島의 水源은 降水로서 지표로 流出 또는 蒸發되는 일부를 제외하고는 重力에 의해 透水性 요소인 節理, 균열, clinker 등을 통해 地下로 流下하다가 下部에 발달한 不透水層인 치밀질 암석이나 粘土 등의 不透水層에 이르러 더이상 수직降下를 방해 받게되어 소위 宙水가 형성된다. 이들 上位 地下水는 不透水層의 句配에 따라 서서히 흘러 湧出하게 되어 perched spring을

형성하기도 하는데 이러한 宙水형태의 湧出水는 靈室, 九九谷, 돈네코 등이 좋은 예이다.

반면 降水가 地下로 삼투되는 과정에서 不透水層에 차단되지 않고 그대로 基底로 流入되어 바다와 接하는 海岸邊에서는 海岸 湧出水로 섬 下部에는 lens의 狀態로 부존되는 소위 基底地下水가 있다.

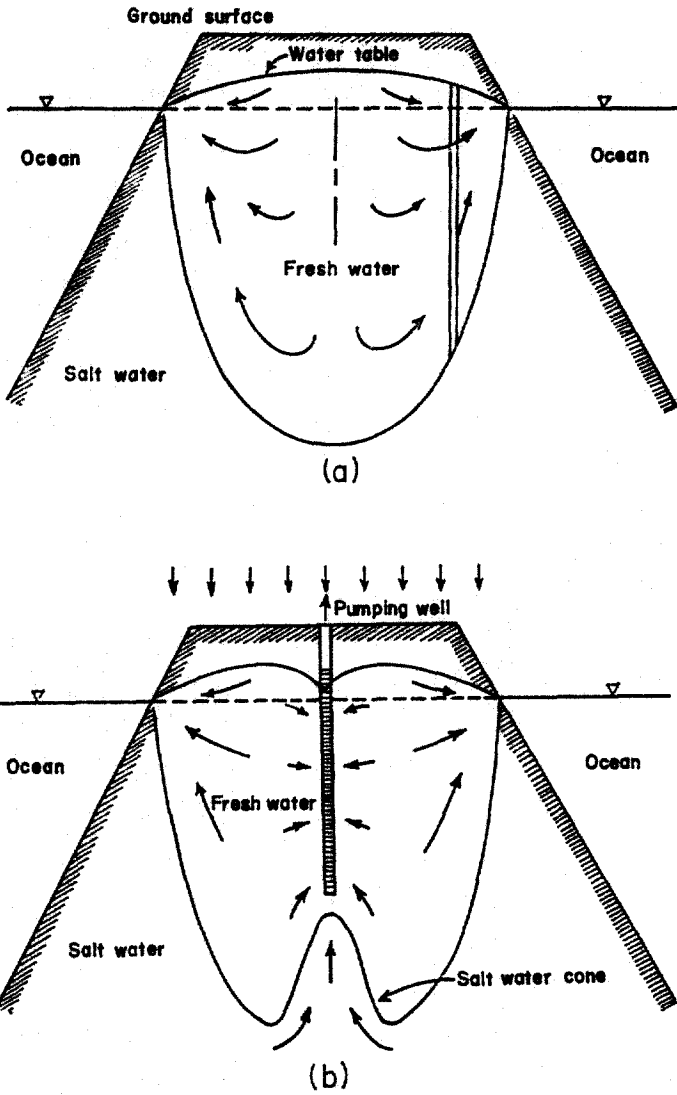
이는 地下로 流入된 地下水와 바닷물과의 比重差(1:1.025)로 淡水體가 海水위에 lens의 形態로 떠있는 狀態로 이를 Ghyben-Hertzberg lens라 부르는데 섬지방의 地下水 부존상태는 이 原理로 說明되는 것으로 알려졌다(Fig. 1a).

즉 Ghyben-Hertzberg 原理란 海水에 淡水層이 떠있어 基底地下水를 형성하고 있는 경우에 海水準面 下部의 淡水 lens의 두께는 海水準面 上部 두께의 40배가 된다는 理論이다(Nahm: 1966). 이러한 安定狀態를 유지하기 위해서는 地下水面은 平均海水面 上部에 위치하여야 하고, 海岸의 모든 岩石은 균질한 透水性 物質로 구성되어야 하며, 地下水는 海岸 쪽으로 流動해야 한다는 水理地質條件이 요구된다 하였다.

濟州島와 같은 섬에서의 淡水體의 두께는 潮汐運動, 岩石의 不均質性, 開發에 따른 地下水의 불규칙한 소모량 등에 따라 복잡한 流動狀態를 이루고 있어 海水와 動的 平衡을 유지하는 것으로 밝혀졌고 淡水體와 海水가 接하는 곳에서는 어떤 幅을 갖는 漸移帶가 형성되어 있다.

이러한 漸移帶는 潮汐의 영향, 涵養量과 流出量이 變動, 기타 揚水에 의한 地下水位의 변화에 따라 확산되며 일시에 많은 量의 地下水를 深井에서 揚水할 경우 淡水 lens體 下部에는 갑작스런 局部的 變位現象이 일어나 鹽水는 上向運動을 일으키게 되어 넓은 漸移帶가 형성되며 기존 帶水層內로 鹽水가 侵入될 가능성이 있다(Fig. 1b).

이상에서 언급한 바와같이 濟州島의 地下水 부존양상은 基底地下水와 미처 海水에 도달하기전 上部에 부존하는 上位地下水로 分類되는데 基底地下水는 島全域에 광범위하게 分布하며 地下水位變動도 미약하여 包藏量이 풍부한 반면에 上位地下水는 일부 地域에 국한되어 地下水位는 매우 可變의이



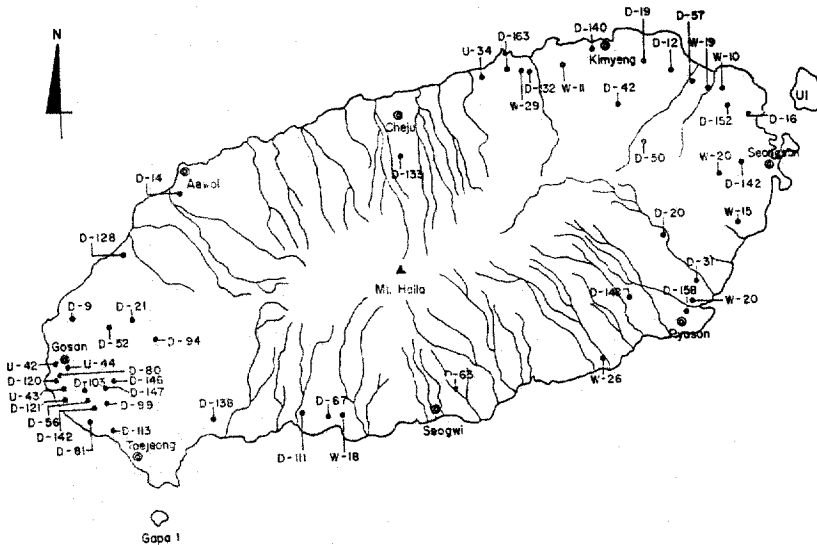
(Fig. 1.) Fresh-water lens in an oceanic island under (a) natural conditions and (b) with a pumping well.

며 水量도 풍부하지 않음이 특징이다.

II. 材料 및 方法

1. 試料採取

각 地域別 地下水의 鹽分度 調査를 위해 현재 開發되어 地下水를 食수로 사용하고 있는 開發孔을 중심으로 試料採取는 Fig. 2와 같이 東部, 西部, 中部 地域으로 區分하여 지구별로 管井의 地下水를 500ml씩 1986년 7월과 10월에 걸쳐 채수병에 採水를 하였다(Fig. 2). 아울러 기존 地下水 開發管井 부근의 土壤層 및 具砂砂丘層內에 함유되어 있는 鹽分도 調査하기 위하여 토양과 具砂시료를 약 30~40cm 깊이에서 2,000g 정도씩 채취하였다.



〈Fig. 2〉 Tributary drainage and investigated well location map.

2. 室內研究

採水한 試料는 窒酸銀標準滴定法을 사용하였다. 즉 試藥 정제과정으로 질

산은(AgNO₃) 1N 標準液을 갈색 플라스크에서 만든다음 크롬산칼륨(K₂CrO₄) 50g 을 소량 증류수에 녹인후 연한적색의 침전이 생길때까지 窒酸銀液을 加하여 여과시킨 후 蒸溜水를 플라스크에 넣고 여기에 크롬산칼륨試液 0.5ml 를 加하여 충분히 혼든 다음, 窒酸銀標準液을 방울로 떨어뜨려 처음에는 白色沈澱이 되던 것이 계속 떨어뜨리면 褐色沈澱이 되는데 이때의 點을 종점으로 하여 소비된 질산은 표준액 ml 數를 求했다. 즉 鹽素이온(ppm)=窒酸銀標準液消費×1000/檢水量×0.3546의 關係式을 이용하였다.

아울러 기존 開發孔 주위의 土壤層 및 具砂砂丘層內에 함유된 鹽分이 地下水에 미치는 영향을 알아보기 위해 表土와 具砂試料 100ml 을 메스실린더에 넣고 증류수 150ml 을 부어 250ml 로 만든 다음, 담가놓은 상태로 24시간 방치 후 거름종이로 여과한 후 地下水試料 檢査方法과 동일한 방법으로 測定하였다. 또한 기존 管井을 標高別로 海水準面과 地下水面과의 關係 및 地下水賦存狀態 等 기존資料를 分析하여 東部地域 地下水의 高鹽度 含有이 부분적인 原因도 알아보았다.

IV. 結果 및 考察

1. 地域別 鹽分度

本島 地下水에 대한 鹽分度 함유량을 파악하기 위하여 農振公에서 이행한 기존 地下水開發使用孔을 대상으로 分析한 결과 鹽分이 비교적 높게 檢出되는 地下水孔은 Table 1과 같다(Table 1).

海岸地域 基底地下水의 鹽分度 測定은 海水와의 접촉방향이 垂直이므로 深度마다 試料를 체계적으로 채취하고 鹽分함유량을 分析하여 海水의 侵入 여부를 알아보는 것이 타당하겠으나 今回調査는 揚水된 地下水에 대해서만 檢測이 이루어졌다.

그러나 섬 지방 地下水의 鹽分測定 자체만도 基底地下水의 評價에 중요한 資料가 된다.

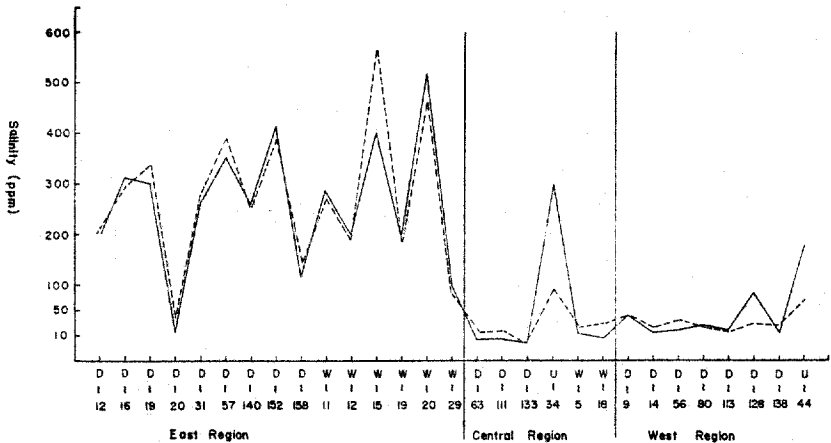
調査된 鹽度는 29個所에서 檢出되었고, 最大値는 520~560ppm 으로 南濟州

〈Table 1〉 Salinity detected the ground water

Region	Well No.	Local name	Ground EL. (m)	Total depth (m)	Natural water level (m)	Dynamic water level (m)	Static water level (m)	Yield (m ³ /D)	Salinity (ppm)		Distance from sea (m)
									Primary	Secondary	
Eastern region	D-12	Handong	49.33	70	47.38	48.3	1.95	1,200	200.4	228.0	2,000
	D-16	Jongdal	14.01	35	10.7	11.2	3.31	2,872	320.2	300	1,200
	D-19	Woljong	57.37	80	54.4	54.9	2.97	1,900	300.1	340.2	1,200
	D-20	Seungeub	129.54	143	116.8	116.9	12.74	1,707	15.1	18	7,500
	D-31	Hachun	50	80	39.6	39.9	10.4	1,598	256.9	272.5	2,000
	D-57	Pyongdae	60	80	56.0	56.1	4.0	1,700	350	402.1	2,000
	D-140	Keumyoung	30	60	34.5	39	-4.5	2,030	266.7	262.4	2,900
	D-152	Sangdo	38.5	60	37.5	43.6	1.0	1,805	421.3	397.2	2,700
	D-158	Pyoseun	42	61	41.8	460.2	0.2	2,060	124	135.4	2,600
	W-11	Dongbok	28.84	50	28.18	28.4	0.66	1,230	283.4	278	1,500
	W-12	Pyoseun	36.07	43	32.66	33.4	3.41	812	200.6	183.7	1,200
	W-15	Nansan	43.17	55	39.08	40.8	4.09	1,442	400.1	560	1,700
	W-19	Seawha	36.6	45.5	37.0	37.4	-0.4	1,166	197.2	184.4	1,400
	W-20	Taeheung	18.42	27.5	16.0	16.2	-2.42	1,780	520	460.6	1,600
W-29	Whamdoeg	16.6	26	9.6	16.5	7.0	2,302	100	85	1,300	
Central region	D-63	Bomok	60	70	21.7	22.3	38.3	2,100	9.3	13.2	1,600
	D-111	Jungmoon	100	222	62	165	38	1,000	13.4	28.1	1,100
	D-133	Ohdung	140	150	109	125	31	1,230	8.0	8.1	4,500
	U-34	Sinchon	20.38	42	18.5	18.6	1.88	2,220	300	85.2	900
	W-5	Samyang	36.6	42.5	23.5	25.2	13.1	1,500	12.4	17.02	1,300
W-18	Weolpeung	58.3	35.5	17.7	25.9	40.6	1,339	9.0	21.2	1,100	
Western region	D-9	Doomo	13.2	85	35.5	36.6	-22.3	1,754	42.9	45.1	1,400
	D-14	Kwakgee	41.5	58	39	39.5	2.5	1,218	16.0	21	1,400
	D-56	Sindo	30	100	37.9	45	-7.9	1,500	19.2	35	2,600
	D-80	Kosan2	16	82	15.3	15.6	0.7	2,440	32.6	31.4	900
	D-113	Ilkwa	30	80	17.4	25.3	12.6	2,030	24.3	24	1,000
	D-128	Hyeiae	30	82	16.4	52	13.6	1,900	83.2	28	1,300
	D-138	Hasun	80	90	24.9	38	55.1	2,445	15.4	24	1,800
	U-44	Kosan	18.8	89.65	17.55	21.9	1.25	3,330	180	63.3	1,600

郡蘭山과 태흥地區이며, 最小値는 8~9.3ppm 으로 濟州市 오동지구와 西歸浦市 보목지구 등으로 나타났다.

Fig. 3에서 보는바와 같이 W-15(난산), W-26(태흥), D-152(상도) D-57(평대) 등과 같은 東部 일부 地域의 鹽分度는 350ppm 이상으로 食水の 鹽分 허용 기준치 150ppm 을 훨씬 초과하였다. 그 반면 中部地域에서나 西部地域은 D-128(협재), U-34(신촌), U-44(고산)과 같은 管井주위 이 具砂砂丘層이 분포하는 일부地域을 제외하고는 대부분이 85.2ppm 이하로 낮은 함량을 보였다(Fig. 3).



〈Fig. 3.〉 Comparison salinity in ground water by regional group.

대체로 보아 本島의 東部地區 地下水가 西部나 中部地區 地下水보다 鹽分含量値가 훨씬 높은 것이 주목된다.

이런 현상에는 여러가지 原因이 있겠으나 특히 鹽分함유량이 높은 지역들은 표선, 김녕, 세화, 한동, 종달, 함덕, 광지, 협재 등과 같은 대부분 지역의 管井 주위에는 넓은 범위에 걸쳐 具砂砂丘層이 分布한다는 점이다.

또한 濟州火山體의 地質構造를 보면 수차에 걸친 火山活動期間 동안에 東部地區가 西部地區보다 더 큰 규모로 沈降과 隆起活動이 있었다는 점과, 東部地區가 本島의 타 地區에 비해 Scoria層이 넓고 깊게 發達하고 있어 被壓

〈Table 2〉 Salinity contents in surface soil and dune sand

Region	No.	Local name	Kind of soil	Salinity (ppm)	Region	No.	Local name	Kind of soil	Salinity (ppm)
Eastern region	E-1	Namweon	soil	9.8	region	W-12	Josoo	soil	7.2
	E-2	Taeheung	soil	13.2		W-13	Jeueng	soil	6.8
	E-3	Toesan 2 lee	soil	6.7		W-14	Sanyang	soil	10.2
	E-4	Seawha	soil	10.1		W-15	Sinde	soil	11.6
	E-5	Pyoseun	sand dune	20.6		W-16	Mooreung	soil	11.7
	E-6	Hachun	sand dune	16.2		W-17	Mooreung	soil	10.2
	E-7	Sandal	soil	28		W-18	Youngrak	soil	12
	E-8	Seungeub	soil	7.2		W-19	Ilkwa	soil	13.5
	E-9	Nansan	soil	27.6		W-20	Boseung	soil	10.3
	E-10	Ohnpeung	soil	28		W-21	Sinpyong	soil	7
	E-11	Sinyang	Sadrn dune	71		W-22	Sinpyong	soil	10.7
	E-12	Koseung	Sand dune	79.7		W-23	Seukang	soil	10
	E-13	Soosan	soil	22.1		W-24	Sakea	sand dune	20.7
	E-14	Sihoung	sand dune	34.7		W-25	Doegsoo	soil	10.1
	E-15	Jongdal	sand dune	81.6		W-26	Hasun	sand dune	13.6
	E-16	Sangdo	sand dune	84.0		W-27	Taepeung	soil	10
E-17	Seawha	sand dune	176.5	C-1	Sinchon	soil	6.8		
E-18	Pyongdae	sand dune	28.2	C-2	Samyang	sand dune	7		
E-19	Handong	sand dune	24.3	C-3	Bongkae	soil	4.8		
E-20	Weoljeung	sand dune	28.7	C-4	Jejusi	soil	9.8		
E-21	Keunyoung	sand dune	26.7	C-5	Ara	soil	.7		
E-22	Dongbok	soil	84	C-6	Nohyeng	soil	6.6		
E-23	Whamdoeng	sand dune	24.1	C-7	Leehye	sand dune	18.2		
Western region	W-1	Aeawol	soil	10.2	Central region	C-8	Kwangyoung	soil	10.2
	W-2	Kwakgee	sand dune	23.6		C-9	Woide	soil	13.2
	W-3	Kwideuk	sand dune	18.2		C-10	Kuili	soil	13
	W-4	Soowon	sand dune	10.2		C-11	Kongchunpo	sand	9.8
	W-5	Hanleem	sand dune	10		C-12	Sinhyo	sand	12
	W-6	Hyebjae	sand dune	27.7		C-13	Topyong	soil	6.8
	W-7	Kumreung	soil	27.7		C-14	Hanon	soil	7.1
	W-8	Woyloung	soil	14.9		C-15	Hokun	soil	6.8
	W-9	Sinchang	soil	10.2		C-16	Wolpyong	soil	11.7
	W-10	Yongsoo	soil	21.2		C-17	Jungmoon	sand dune	13.2
	W-11	Kosan	soil	21.0		C-18	Saekdal	soil	10.2

現象이 弱한 關係로 降雨時 雨水의 滲透作用은 용이한 편이나 帶水力이 弱해 均열을 따라 流下된 地下水는 쉽게 바다로 흘러들기 때문에 地下水 包藏 形態는 극히 얇은 상태라서 地下水의 自然水位面은 海水準面에 거의 일치하는 賦存狀態를 갖고 있다는 點 等으로 解析할 수 있겠다.

2. 土壤 및 貝砂層內의 鹽分度

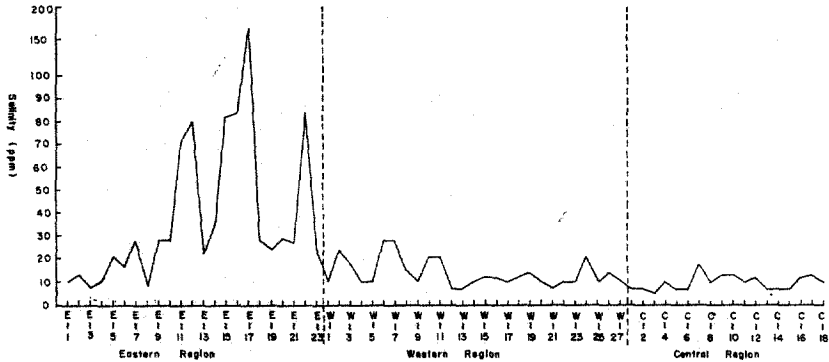
海洋營力에 의해 沿岸地域으로 운반된 鹽分을 많이 含有한 貝砂는 바람에 의해 陸地 깊숙히 移動堆積되어 本島의 여러 지역에 砂丘層이 형성되었거나 또는 移動中에 있는 貝砂砂丘層이 많이 관찰된다. 이러한 砂丘들은 北西季 節風 및 地形的 영향 등으로 本島 北側이나 北東쪽에 많이 分布하고 있다. 이러한 貝砂砂丘層內에 含有된 鹽分은 降雨時 빗물이 地下로 삼투되는 과정 기간에 地下水에 溶解되어 基底地下水의 鹽分度에 영향을 미칠 것이다.

Table 2는 기존 地下水開發管井 주위의 土壤 및 貝砂砂丘層內에 함유된 鹽度를 나타낸 것이다(Table 2). 보는바와 같이 鹽分含有量은 貝砂砂丘層 分布地域이 土壤分布 地域보다 훨씬 높아 20.6~176.5ppm 범위를 보이며 특히 넓은 지역에 걸쳐 貝砂層으로 덮여 있는 北濟州郡 細花地域은 약 176.5 ppm 으로 最大值를 보였다.

그 반면 管井주위의 土壤層內에 함유된 鹽分含有量은 4.8~84ppm 범위로 北濟州郡 東福地域이 最大值를 보이나 이는 인접 주위지역이 砂丘層이 分布하는 關係로 사실상 이 지역 土壤層에는 貝砂가 많이 混合되어 있기 때문인 것으로 推測된다.

Fig. 4에서 보는바와 같이 東部地區가 西部나 中部地區보다 表土나 貝砂砂丘層內에 含有된 鹽分量이 훨씬 높게 나타난다(Fig. 4).

이와같은 원인은 이미 언급한 바와 같이 東部地區가 本島의 타 地域보다 砂丘層分布가 많다는 점과 또한 東部地區는 西部나 中部地區에 비해 帶水力이 좋은 Scoria 層이 넓게 分布하기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 東部地區에서의 地下水開發은 貝砂砂丘層을 벗어난 地域이거나 海岸과 멀리 떨어진 內陸쪽에 管井을 굴착하는 것만이 地下水에 鹽分量을 줄이는 方法이 되



<Fig. 4.> Comparison salinity in surface soils and dune by regional group.

있다.

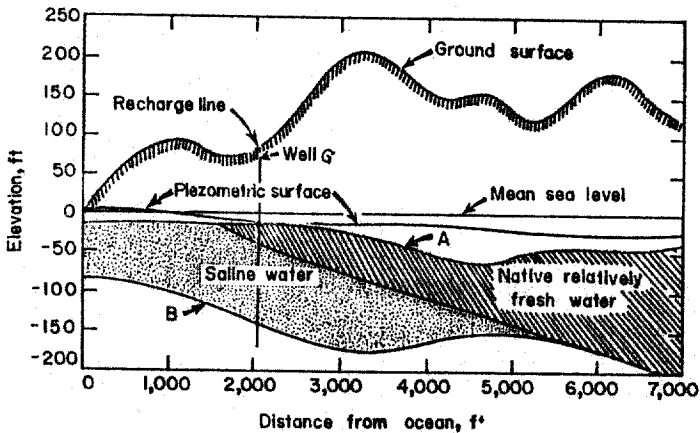
3. 東—西部地區 地下水賦存狀態

濟州島와 같은 섬 地方의 地下水賦存形態는 進술한 바와같이 Ghyben-Hertzberg 原理에 近접하여 매우 복잡한 動的平衡을 유지하고 있으며, 淡水體와 海水가 접하는 곳에서는 어떤 幅을 갖는 海水와 淡水가 混合되어 있는 漸移帶가 형성되어 있는 것으로 밝혀졌다.

이러한 漸移帶는 季節에 따른 地下水의 涵養量과 流出量의 變動, 揚水에 의한 地下水面이 계속적인 降下現象, 많은 量의 地下水를 일시에 揚水에 따른 淡水 lens 下部의 갑작스런 變動現象으로 海水의 上向運動 등으로 海岸에 가까운 곳에 설치된 管井일 경우 언제나 海水로 오염될 위험을 갖고 있다.

특히 淡水 lens 體가 얇은 基底地下水를 어느 한 地域에 集中的으로 開發할 경우 이에따른 過剩揚水로 인하여 絕對水位가 海水準面 이하로 降下되면 淡水體와 海水사이의 平衡關係가 파괴되어 海水가 淡水 lens 內로 侵入하게 되며 產活用水로서의 그 가치를 잃게 된다. 이러한 예는 美國 California의 Manhattan 海岸地域과 New York의 Long Island 地域 및 Oahu 섬 地方에서 많이 경험한 바 있다.

Fig. 5는 海岸地域 地下水를 과잉양수로 인해 絕對水位가 海水準面 이하로 降下된 狀態로 海水가 淡水 lens內로 侵入한 例를 나타낸 그림이다. 이처럼 海水로 오염된 地下水를 원래의 부존상태로 유지하기 위하여는 오랜 기간과 경비가 필요로 하나 일단 오염된 地下水는 淡水 lens 곳곳에 침입한 海水가 곳곳에 그냥 남아 있거나 漸移帶가 원래보다 두터워져 食水로서는 불가능한 것으로 調査되었다(Fig. 5).



〈Fig. 5.〉 Sea water intrusion at Manhattan Beach, Calif, prior to recharge
A-upper boundary of aquifer; B-lower boundary of aquifer(after Laverty and van der Goot).

Table 3은 東部와 西部地區의 地下水開發孔中 絕對水位가 海水準面 以下가 되는 地下水管井을 나타낸 것으로 東部地域이 D-140(김녕), D-163(신흥), D-124(수산) 등 8個孔이며, 西部地區는 D-9(두모), D-56(신토) D-99(무릉), D-120(고산) 등 10個孔으로 過剩揚水에 따라 海水가 侵入할 위험 부담이 있는 管井이므로 계속적인 水位 감시가 요망되는 지역이다(Table 3)

Table 4와 Fig. 6은 農振公에서 이행한 地下水開發孔을 착정 深度別로 선정하여 表高, 深度, 自然水位, 安定水位, 絕對水位 등을 조사하여 東部와 西部地區의 地下水賦存狀態의 斷面圖를 나타낸 것이다(Table 4, Fig. 6).

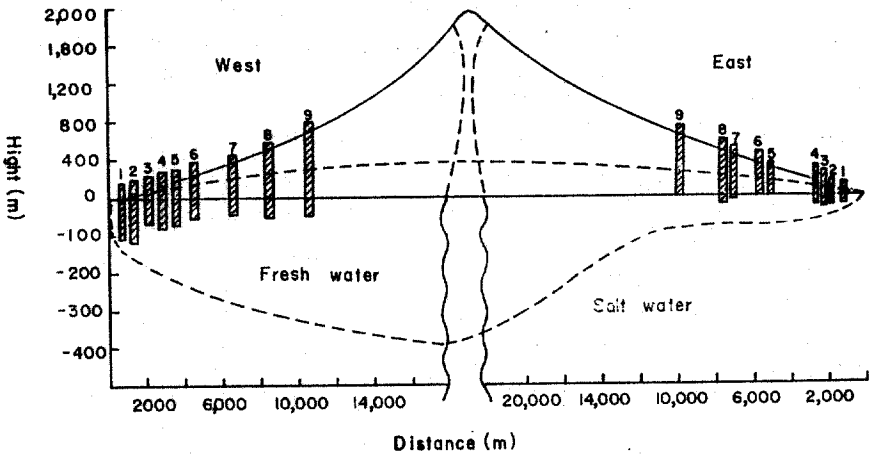
그 結果 東部地區는 表高에 비해 含水層深度가 낮으며 自然水位가 海水準

〈Table 3〉 Ground water which piezometric surface situated under the sea level.

Region	Well No.	Local name	Ground EL. (m)	Total depth (m)	Natural water level(m)	Dynamic water level(m)	Static water level(m)	Yield (m ³ /D)	Salinity (ppm)		Distance from sea (m)
									primary	secondary	
Eastern region	D-142	Soosan 2	25	51	27.3	33	-2.30	1,650	407.8	365.8	2,800
	D-132	Hamdeog 2	35	55	36	37	-1.00	2,000	45.4	34.8	900
	D-140	Kimyoung	30	90	34.5	39	-4.5	2,030	22.7	262.4	900
	D-158	Pyoseun	42	61	41.8	46	0.2	2,060	24	35	2,600
	D-163	Simheung	15	60	19.5	44	-4.5	1,500	31.9	27.7	1,000
	W-10	Sangdo	28.1	50	29.7	29.8	-1.6	3,308	387.1	362.0	1,800
	W-11	Dongbok	28.84	50	28.18	28.4	0.66	1,230	283.4	278.0	1,500
	W-19	Seauha	36.6	45.5	37.0	37.4	-0.4	1,166	197.2	184.4	1,400
	Western region	D-9	Doomo	13.2	85	35.5	36.6	-22.3	1,753	42.9	45.1
D-56		Sindo	30	100	37.9	45	-7.9	1,500	19	35	2,500
D-80		Kosan2	16	82	15.3	15.6	0.7	2,440	32.6	31.4	900
D-87		Haweun	50	120	50.5	54.6	-0.5	1,500	30.2	31.41	1,000
D-99		Mooreung	40	112	42.4	46.7	-2.4	1,500	19.3	27.4	3,000
D-103		Sindo 4	35	122	35	90	0	2,000	25.3	28.1	2,800
D-120		Kosan 7	10	80	12.5	20	-2.5	2,160	37.61	21.3	1,000
D-121		Sindo 5	10	80	12	20	-2	2,160	21.5	24.7	1,000
D-142		Mooreung 5	30	110	30	85	0	1,320	22.5	21.7	2,000
U-43		Kosan	14.3	62.3	13.9	21.6	0.4	3,300	34.8	39.7	1,100

(Table 4) Fresh-water lens section in east and west region.

Region	No.	Well No.	Local name	Ground EL. (m)	Total depth (m)	Natural water level (m)	Dynamic water level (m)	Static water level (m)	Yield (m ³ /D)	Salinity (ppm)		Distance from sea (m)
										Primary	Secondary	
Eastern region	1	D-140	Keum Young	30	60	34.5	39	-4.5	2,030	266.7	262.4	1,000
	2	D-124	Soosan 2	25	51	27.3	33	-2.3	1,650	210	198.4	2,100
	3	D-31	Hachun	50	80	39.6	39.9	10.4	1,598	256.9	272.5	2,300
	4	D-148	Toesan	112	140	104	120	8	1,313	106	141	3,500
	5	W-28	Kasee	100.9	104.5	85.2	91	15.7	838	76.4	60	4,800
	6	W-20	Whajeon	74	82	72.4	73	1.6	1,052	105	95	5,600
	7	D-20	Seungub	129.5	143	116.8	11.9	12.7	1,707	67	78.6	6,800
	8	D-42	Deukchun 1	150	174	131	144	19	1,000	57.6	49	7,500
	9	D-50	Songdang	200	200	140	151	60	1,105	55.6	64	10,000
Western region	1	D-81	Youngrak 1	20	130	11.8	33	8.2	1,615	34.6	32.4	700
	2	U-42	Kosan	16.8	128	14.1	22.1	2.7	2,500	19	18.6	1,000
	3	D-142	Mooreung	30	110	30	85	0	1,300	22.5	21.7	2,100
	4	D-103	Sindo 4	35	122	35	90	0	2,000	25.3	28.1	2,700
	5	D-147	Mooreung 8	38	114	22	38	16	1,802	15.4	20.6	3,600
	6	D-146	Mooreung 7	56	120	44	75	12	1,503	17.8	20.2	4,300
	7	D-52	Josoo	70	125	39.5	60	30.5	900	24.3	27.2	6,400
	8	D-21	Jeugee	120.8	187	89.2	94	31.6	1,297	21.6	29.4	9,000
	9	D-94	Meungledong	142	210	87	141.5	55	1,500	12.4	22.6	10,200



<Fig. 6> Fresh-water lens cross-section in east and west region.

面과 가까와 海岸 가까운 곳에서 地下水의 착정深度를 깊게 할 경우 잔물이 나올 수 있는 부존상태를 갖고 있다 하겠다.

그러나 西部地區는 東部地區와는 그 構造가 달라서 表高는 낮으나 含水層이 두꺼운 理想的인 淡水 lens 형태를 이루고 있는 관계로 착정심도를 어느 정도 깊게한다 해도 海水가 侵入할 위험부담이 적은 편이다.

따라서 섬지방의 地下水資源이 鹽分含有量의 增加를 억제키 위하여는 과다한 揚水를 삼가해야 하며 아울러 地域別로 標準調査孔을 설치하여 自然水位, 安定水位, 採水量 및 水質分析 등을 그 地域의 潮水位, 降水量, 季節 등과 관련시켜 정기적으로 관측하여야 하겠다.

V. 結 論

1. 濟州島의 地質分布는 玄武岩類, 粗面質 安山岩類, 火山碎屑層, 砂丘로 構成되며, 이들 溶岩類에는 節理, 溶岩空洞이 무수히 發達하고 있어 양호한 帶水層을 형성하고 있다.

2. 本島의 地下水賦存狀態는 Ghyben-Hertzberg 原理에 近접하며 매우 복

잡한 動的平衡을 유지하고 있으며 淡水體와 海水가 접하는 곳에서는 어떤 幅을 갖는 漸移帶가 형성되어 있는 관계로 일시에 많은 양의 基底地下水를 揚水할 경우 海水가 侵入할 가능성이 있다.

3. 地域別 鹽分度는 29個孔에서 檢出되었고, 東部地區 地下水가 西部나 中部地區 地下水보다 鹽分含有量이 훨씬 높다. 특히 南山, 태흥, 상도, 평대같은 地域은 350ppm 이상으로 食水の 염분허용기준치인 150ppm 보다 훨씬 초과하였다. 이는 東部地區가 타 地方보다 비교적 貝砂砂丘層 分布地域이 많다는 점과 火山活動 기간동안에 沈降, 降起活動 규모가 컸고, 대체로 東部地區가 타 地區보다 Scoria 層이 넓고 깊게 分布하는 관계로 帶水力이 弱해 流下된 地下水가 바다로 쉽게 흘러들기 때문에 淡水 lens 가 얇다는 점등으로 해석할 수 있다.

4. 기존 地下水開發管井 주위의 土壤 및 貝砂砂丘層內에 함유된 鹽分量은 貝砂砂丘層 分布地域이 土壤層分布地域보다 훨씬 높아 20.6~176.5ppm 범위를 보이나 土壤層內에는 4.8~84ppm 의 범위를 나타낸다. 이처럼 貝砂砂丘層內에 많이 함유되어 있는 鹽分이 降雨時 빗물이 地下로 流下되는 과정에서 地下水에 溶解되어 基底地下水의 鹽度를 증가시키는 것으로 추정된다.

5. 東部와 西部地區 地下水開發孔中 絕對水位가 海水準面 以下가 되는 地下水管井으로서는 東部地域이 D-140(김녕), D-163(신흥), D-124(수산) 등 8個孔이며, 西部地域은 D-9(두모), D-56(신도), D-99(무릉), D-120(고산) 등 10個孔으로 過剩揚水에 따라 海水가 侵入할 위험부담이 있는 管井이다.

6. 東部 및 西部地區의 地下水賦存狀態로서 東部地區는 表高에 비해 淡水 lens 層이 얇은 관계로 自然水位가 海水準面과 가까와 海岸가 가까운 곳에서 地下水 査定深度를 깊게할 경우 잔물이 나올 수 있는 賦存狀態를 이루고 있는 반면 西部地區는 그 構造가 달라서 表高는 낮으나 含水層이 두꺼운 이상적인 淡水 lens 形態를 이루고 있어 査定深度를 어느 정도 깊게해도 海水가 侵入할 위험부담이 적은 편이다.

參 考 文 獻

- 崔淳學(1985), 濟州地域 水理地質調查研究, 動力資源研究所, 研究報告, p. 5~20, p. 165~242.
- 金玉準(1969), 濟州島 水資源의 特殊性과 開發方案, 광산지질, 2권 1호, p. 71~80.
- 金鳳均(1974), 濟州島에 發達하는 砂丘層의 古生物學的 研究, 지질학회지, 10권 2호, p. 95~108.
- 濟州島와 Oahu 島의 地下水, 1973, 農業振興公社, 地下水 73-2, p. 1~167.
- Heath, R.C. & Foxworthy, B.L.(1973), The Changing Pattern of ground-water development on Long Island, New York, Focus on Environmental Geology, p. 392~403.
- Todd, D.K. (1965), Ground water hydrology, John Wiley & Sons. Inc. p. 277~297.

Abstract

High salinity factors of ground-water in eastern part of Cheju Island, Korea

Jeung-Su Youn

Salinity content of ground water, analysis of soils and calcareous dune sands, and characteristics of fresh-water lens section are carried out in the selected area.

29 wells are detected the salinity. The content of salines which situated in the eastern part of wells are higher than those of western and/or central area; for example, Nansan, Taeheung, Sangdo and Pyongdae area shows 350~560ppm which is well over the 150ppm a maximum permissible drinking water.

The saline content in surface soils surrounding the wells reveals the 4.8~84ppm, while the concentration of salinity in calcareous dune sands are 20.6~176.5ppm which is twice or more as much as that

from soils. It is indicated that the calcareous sands are originated by marine environment.

The ground-water wells which piezometric surface situated under the sea level is as follows: In the eastern region exist 8 wells and western region have 10 wells. If the overdraft ground-water under this condition wells, sea water intrusion can result.

The fresh-water lens type in eastern region have shallow aquifer, therefore if we drilling well is near the coastal areas, we pressure the sea water intrusion, while the western region aquifer existing perfect fresh-water lens type.