

지구통계학적 기법을 이용한 금정산-백양산 일대 약수의 물리화학적 특성

함세영¹ · 김성이² · 류상민^{2*} · 김광성² · 정재열² · 이병대³
(부산대학교 자연과학대학 지질환경과학전공¹ · 부산대학교 대학원 지질학과² ·
한국지질자원연구원 환경지질연구부³)

금정산-백양산 일대에는 약 70여개소의 약수가 산출하고 있다. 본 지역의 약수는 특별한 용존물질의 함량이 높지는 않지만 많은 부산시민이 애용하고 있다. 그러나, 환경오염의 잠재성이 높아지면서 이 지역 약수의 오염 가능성도 점점 높아지고 있다. 본 연구에서는 2000년 봄(3월 16일부터 6월4일까지) 그리고 2001년 겨울(1월 11일부터 1월 19일까지) 금정산-백양산 일대의 단층 파쇄대 또는 균열대를 따라서 용출하는 약수 중 60개소와 심도 100m 내외의 지하수공 6개소에 대하여 수온, pH, EC(전기전도도), TDS(총고용물질), 염분농도, Eh(산화-환원전위), DO(용존산소), 알칼리도, 용출량을 측정하였다.

일반통계분석을 위하여 각 성분별로 최소값, 최대값, 평균값, 중앙값, 표준편차, 분산, 왜도, 첨도를 구하였다. 약수의 온도는 봄의 경우 6.7~17.6℃, 겨울의 경우 1.0~15.7℃의 범위를 보이는데 낮은 온도는 측정시기(2001년 1월) 기온의 영향을 받고 있는 것으로 보인다. 왜도와 첨도는 2000년 봄과 2001년 겨울 자료에서 모두 음의 값을 보이나 왜도는 거의 0에 가깝고 첨도는 정규분포보다는 약간 평평한 분포를 보인다. 그러나 봄과 겨울을 비교하면 봄 자료가 정규분포에 더 가깝다는 것을 알 수 있다.

pH의 범위는 봄, 겨울이 각각 4.71~7.89, 5.06~8.38을 보인다. 평균값은 봄의 경우 6.74, 겨울은 6.51이고 중앙값은 봄의 경우 6.78, 겨울의 경우 6.58이다. 왜도와 첨도는 거의 0에 가깝거나 양의 값을 나타낸다. 봄과 겨울의 자료를 서로 비교하면, 겨울의 자료가 정규분포에 더 가까운 형태를 보인다. Eh의 범위는 봄의 경우 89.1~329.5mV, 겨울의 경우 64.2~685.9mV이다. 평균값은 봄의 경우 224.7mV, 겨울은 285.1mV이고 중앙값은 각각 224.0mV, 291.0mV이다. 왜도와 첨도를 보면, 왜도는 봄에는 양의 값을, 겨울에는 음의 값을 보이나, 첨도는 둘 다 양의 값을 보인다.

EC 값의 범위는 봄의 경우 40~291 μ S/cm이고 겨울의 경우 9.5~270 μ S/cm를 보이며, 평균값과 중앙값은 봄의 경우 각각 96.7 μ S/cm와 88.6 μ S/cm이고, 겨울의 경우 91.2 μ S/cm와 83.3 μ S/cm이다. TDS의 범위는 봄의 경우 18.0~139.0mg/l, 겨울의 경우 4.0~128.0mg/l이고 평균값과 중앙값은 봄의 경우 각각 45.52mg/l와 41.00mg/l, 겨울의 경우 42.62mg/l와 38.50mg/l이다. EC와 TDS는 서로 직선적인 비례관계를 나타낸다. EC와 TDS는 정규분포보다는 대수정규분포에 가까운 형태를 보인다. 또한 왜도와 첨도는 봄과 겨울의 자료가 서로 상반된 값을 보이면서 봄은 각각 양과 음 그리고 겨울은 각각 음과 양의 값을 보인다.

DO의 범위는 봄의 경우 6.67~15.66mg/l, 겨울의 경우 4.51~12.13mg/l이고, 평균값과 중앙값은 봄의 경우 각각 9.13mg/l와 8.85mg/l, 겨울의 경우 7.65mg/l와 7.77mg/l이다. DO는 봄의 경우는 정규분포보다는 대수정규분포 그리고 겨울의 경우는 대수정규분포보다는 정규분포에 보다 더 가까운 형태를 보인다.

용출량의 범위는 봄의 경우 1.76~357.1ml/sec, 겨울의 경우 4.26~182.2ml/sec로서 곳에 따라 큰 차이를 보이고 있다. 평균값과 중앙값은 봄의 경우 각각 62.13ml/sec와 26.17ml/sec로서 평균값이 훨씬 크다. 겨울에는 평균값과 중앙값이 각각 53.1ml/sec와 32.1ml/sec로서 봄보다는 차이가 작다. 용출량은 정규분포보다는 대수정규분포에 더 가까운 형태를 보이며, 봄 보다는 겨울 자료가 대수정규분포에 더 가깝다.

물리화학적 성분의 공간적 분포특성을 파악하기 위하여 지구통계학적 기법인 크리깅을 이용하였다. 크리깅은 최선의 선형 불편추정자(Best Linear Unbiased Estimator, BLUE)를 제공해주는 방법이다. 크리깅을 하기 위해서는 먼저 공간상에 분포하는 임의의 두 자료간의 차이의 분산인 반베리오그램을 이용하여 자료들의 공간상 분포특성과 연속성을 파악하여야 한다.

본 연구에서는 자료들이 정규분포 또는 대수정규분포에 가까우므로 정규크리깅을 적용하였다. 정규크리깅 기법을 이용하여 DO, pH, 온도, Eh, TDS, 염도, 알칼리도, 용출량에 대해 크리깅한 결과 2000년 봄의 자료는 구상형 모델이 우세한 반면에 2001년 겨울의 자료에서는 가우스 모델이 우세하다. 이와 같이 용출량과 염분농도를 제외하고는 동일한 지점에 대해서 서로 다른 시기의 값을 이용하여 구한 반베리오그램의 모델이 다르게 나타나는 이유는 기상적인 요소(강수량, 기온 등)와 측정오차 등을 생각할 수 있다.

사 사

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(과제번호: R02-2001-00249)지원으로 수행되었으며, 연구를 지원해주신 한국과학재단에 감사드립니다.