

이학석사 학위논문

경남 밀양지역에서 최적의 지하수위
분포도 작성을 위한 지구통계기법 연구

지도교수 정 상 용

이 논문을 이학석사 학위논문으로 제출함



2003년 8월

부경대학교 대학원

응용 지질 학과

김 태 형

김태형의 이학석사 학위논문을 인준함

2003년 6월 일

주 심 이학박사 최 정 찬



위 원 이학박사 이 민 희



위 원 이학박사 정 상 용



목 차

List of figures	i
List of tables	v
Abstract	vi
1. 서 론	1
1.1. 연구배경 및 목적	1
1.2. 연구내용 및 방법	2
1.3. 지형 및 지질	6
2. 일반통계 분석	9
3. 회귀 분석	14
4. 크리깅 이론	17
4.1. 베리오그램(Variogram)	17
4.2. 정규크리깅(Ordinary Kriging)	21
4.2.1. 이 론	21
4.2.2. 크리깅계(Kriging System)	23
4.2.3. 크리깅계의 행렬형태	24
4.3. 코크리깅(Cokriging)	25
5. 지구통계학적 분석	28
5.1. 베리오그램 분석	28
5.2. 교차 타당성 분석	36
5.3. 표고 및 지하수위 등고선도	44

6. 결 론 68

참 고 문 헌 70

요 약 72

감사의 글 74

부 록

1. 천층 지하수공 제원표 I

2. 심층 지하수공 제원표 IX

List of figures

Fig. 1. Location of monitoring wells in shallow and deep aquifers at the Miryang Area.	4
Fig. 2. Flow chart of the study procedure.	5
Fig. 3. Geological map of the study area(MOCT, 2002).	8
Fig. 4. Histogram of the elevation data of wells in shallow(upper) and deep(lower) aquifers.	11
Fig. 5. Histogram of the groundwater level data in shallow(upper) and deep(lower) aquifers.	12
Fig. 6. Histogram of the natural-log transformed groundwater level data in shallow(upper) and deep(lower) aquifers.	13
Fig. 7. Linear regression of the elevation versus groundwater level data of shallow(upper) and deep(lower) aquifers.	16
Fig. 8. Models with sill(Journal and Huijbregts, 1978).	20
Fig. 9. Semivariogram of the elevation of wells in shallow and deep aquifers with exponential model.	31
Fig. 10. Semivariogram of the groundwater level of shallow aquifer with exponential model.	32
Fig. 11. Semivariogram of the natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer with exponential model.	32
Fig. 12. Semivariogram of the groundwater level of deep aquifer with spherical model.	33
Fig. 13. Semivariogram of the natural-log transformed groundwater level of deep aquifer with spherical model.	33
Fig. 14. Cross semivariogram of the groundwater level of shallow aquifer	

and elevation of wells with exponential model.	34
Fig. 15. Cross semivariogram of the natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer and elevation of wells with exponential model.	34
Fig. 16. Cross semivariogram of the groundwater level of deep aquifer and elevation of wells with spherical model.	35
Fig. 17. Cross semivariogram of the natural-log transformed groundwater level of deep aquifer and elevation of wells with spherical model.	35
Fig. 18. Linear regression of the elevation of wells in shallow and deep aquifers with exponential model.	39
Fig. 19. Linear regression of the groundwater level of shallow aquifer with exponential model.	40
Fig. 20. Linear regression of the natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer with exponential model.	40
Fig. 21. Linear regression of the groundwater level of deep aquifer with spherical model.	41
Fig. 22. Linear regression of the natural-log transformed groundwater level of deep aquifer with spherical model.	41
Fig. 23. Linear regression of between the groundwater level of shallow aquifer and elevation of wells with exponential model.	42
Fig. 24. Linear regression of between the natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer and elevation of wells with exponential model.	42
Fig. 25. Linear regression of between the groundwater level of deep aquifer and elevation of wells with exponential model.	43
Fig. 26. Linear regression of between the natural-log transformed groundwater level of deep aquifer and elevation of wells with exponential model.	43

Fig. 27. Distribution map of the elevation data of wells in shallow and deep aquifers.	47
Fig. 28. Contour map of the elevation of wells in shallow and deep aquifers using ordinary kriging.	48
Fig. 29. 3-D surface map of the elevation of wells in shallow and deep aquifers using ordinary kriging.	49
Fig. 30. Distribution map of the groundwater level data of shallow aquifer.	50
Fig. 31. Contour map of the groundwater level of shallow aquifer using ordinary kriging.	51
Fig. 32. Contour map of the natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer using ordinary kriging.	52
Fig. 33. 3-D surface map of the groundwater level of shallow aquifer using ordinary kriging.	53
Fig. 34. 3-D surface map of the natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer using ordinary kriging.	54
Fig. 35. Distribution map of the groundwater level data of deep aquifer.	55
Fig. 36. Contour map of the groundwater level of deep aquifer using ordinary kriging.	56
Fig. 37. Contour map of the natural-log transformed groundwater level of deep aquifer using ordinary kriging.	57
Fig. 38. 3-D surface map of the groundwater level of deep aquifer using ordinary kriging.	58
Fig. 39. 3-D surface map of the natural-log transformed groundwater level of deep aquifer using ordinary kriging.	59
Fig. 40. Contour map of the groundwater level of shallow aquifer using cokriging.	60
Fig. 41. Contour map of the natural-log transformed groundwater level of	

shallow aquifer using cokriging.61

Fig. 42. 3-D surface map of the groundwater level of shallow aquifer using cokriging.62

Fig. 43. 3-D surface map of natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer using cokriging.63

Fig. 44. Contour map of the groundwater level of deep aquifer using cokriging.64

Fig. 45. Contour map of the natural-log transformed groundwater level of deep aquifer using cokriging.65

Fig. 46. 3-D surface map of the groundwater level of deep aquifer using cokriging.66

Fig. 47. 3-D surface map of the natural-log transformed groundwater level of deep aquifer using cokriging.67

List of tables

Table 1. Geologic sequence of the study area(KIGAM, 1988)	7
Table 2. General statistics of the elevation and groundwater level data of shallow and deep aquifers	10
Table 3. General statistics of the natural-log transformed groundwater level data of shallow and deep aquifers	10
Table 4. Regression analysis of the groundwater level data of shallow and deep aquifers	15
Table 5. Selected variogram models and parameters	30
Table 6. Selected cross variogram models and parameters	31
Table 7. Cross validation analysis for selected variogram models and cross variogram models	38

Geostatistical Studies of the Optimal Groundwater Levels Distributions at the Miryang Area, Kyungnam Province

Tae-hyung Kim

Department of Applied Geology, Graduate School,
Pukyong National University, Busan, Korea

Abstract

General statistical and geostatistical analyses were made to delineate the distribution patterns of groundwater levels in shallow and deep aquifers at the Miryang area.

With general statistical analysis, the groundwater levels in shallow aquifer range from 0.11 to 216.56m, the mean of the groundwater levels is 28.85m. The groundwater levels in deep aquifer range from 0.07 to 375.86m, the mean of the groundwater levels is 44.70m. The groundwater level data were transformed with natural log scale because the raw data were biased from the normal distribution. The elevation and groundwater level data of shallow and deep aquifers show highly positive correlations in regression analysis.

By variogram analysis, elevation data are suitable for an exponential model, the groundwater level data of shallow aquifer for an exponential model, and the groundwater level data of deep aquifer

for a spherical model. The natural-log transformed groundwater level data of shallow aquifer are also suitable for an exponential model, and those of deep aquifer are also for a spherical model.

The contour map of the groundwater level of shallow aquifer is different from that of deep aquifer, because the groundwater level of shallow aquifer consists of a groundwater table and that of deep aquifer makes a piezometric surface. The difference also results from the differences in the number and the position of groundwater level data. The contour maps of the groundwater level using ordinary kriging and cokriging show generally similar distributions. However, the contour map of the groundwater level using cokriging is more accurate than that using ordinary kriging in high mountain areas. The contour maps using natural-log transformed data also produced the same results.

Although the natural log transformed data have normal distributions and their estimates are closer to the raw data in cross validation test, the krigged and cokrigged contour maps of groundwater level using the raw data are closer to the real groundwater distributions than the contour maps of groundwater level using the natural-log transformed data at the study area.

1. 서 론

1.1. 연구배경 및 목적

수자원의 보전과 관리의 중요성이 심각해져 가고 있는 요즘 지표수 중심의 수자원 개발과 이용은 거의 한계에 와있는 상황이다. 이에 비해 지하수자원은 전국적으로 많은 지하수공들이 개발되어 이용되고 있지만, 지하수의 무분별한 개발 및 관리체계의 미흡으로 지하수자원의 오염, 고갈, 지하수공의 사후 관리 등의 많은 문제가 지적되고 있다.

본 연구는 지역별 지하수 분포를 정밀하게 파악하여 광범위한 지역에서의 지하수 관리를 효과적으로 수행하기 위해 신뢰성 높은 추정치를 구할 수 있는 유용한 방법 중 하나인 지구통계기법을 이용하였다. 이 방법은 지하수 유동분석, 대수층의 특성파악 및 오염 분포의 예측에도 유용하다.

지하수위 등고선도는 지하수 유동분석에 필수적이며, 지하수위 등고선도는 대부분 수치 모델링(numerical modeling)에 의하여 작성되어졌으나, 수치 모델링은 지형과 지질의 변화가 단순하며 대수층의 조건이 매우 이상적인 환경에서만 그 신뢰성이 보장되므로 조사범위가 광역적인 경우에는 적합하지 않다. 지구통계학적 방법 중 Matheron(1969)에 의해서 개발된 크리깅(kriging)은 최선의 선형 불편 추정자(BLUE: best linear unbiased estimator)로서 불편의 조건과 최소의 추정분산을 갖는 강력한 지구통계학적 추정 방법이다. 특히 지하수 연구(지하수 유동분석, 지하수 수질분포 분석 등)에서 매우 중요한 역할을 한다. 본 연구에서는 실질적인 방법으로 가장 정확한 등고선도를 추정하여 만들어낼 수 있는 지구통계학적 방법인 크리깅을 이용하여 천층 및 심층 지하수 공으로부터 조사된 현장 지하수위 자료에 대한 지하수위 등고선도를 작성하였다.

본 연구지역인 경상남도 밀양시는 30년 간 연평균 강수량이 1,233mm로서 우

리나라 전체 연평균 강수량 1,283mm 보다 약간 적은 양이며, 강수량의 연도별, 계절별 변화가 심하고, 지표 저류시설의 부족 등으로 지하수의 의존도가 높아 지하수 자원의 이용, 보전 및 관리를 위해 체계적인 조사가 필요한 지역이다 (건설교통부·대한광업진흥공사, 2002). 본 연구의 목적은 밀양시 전역에서 조사된 천층 및 심층 지하수위 자료를 이용하여 다양한 등고선도를 작성하여 최적의 지하수위 분포도 작성을 위한 지구통계기법을 연구하는데 있다.

1.2. 연구내용 및 방법

연구지역인 밀양지역의 대수층별 지하수위 분포 특성을 파악하기 위하여 2002년 봄에 총 503개 지하수공(천층 지하수공 158공, 심층 지하수공 345공)을 대상으로 지하수위를 측정하였다. 지하수위의 측정은 가능한 한 양수가 중단되거나 양수하지 않은 공을 대상으로 측정하였고, Fig. 1에 연구지역의 천층 및 심층 지하수공들의 분포가 도시되어 있으며, 부록에 천층 및 심층 지하수공의 제원이 정리되어 있다. 측정된 천층 및 심층 지하수위 자료를 이용하여 일반통계 분석을 실시하였는데, 지하수위 자료가 수치가 낮은 값들로 집중되어 있어 정규분포를 이루지 않기 때문에 지하수위 자료를 대수변환(natural-log transformation) 하였다. 이후 대수층별 원시(raw) 지하수위 자료와 대수변환한 지하수위 자료에 대하여 모두 지구통계기법을 적용하였다. 지형의 표고와 대수층별 지하수위에 대하여 회귀 분석을 실시하였고, 최선의 선형 불편 추정자로서 불편의 조건과 최소의 추정분산을 갖는 강력한 지구통계학적 추정 방법인 정규크리깅(ordinary kriging)과 코크리깅(cokriging)을 이용하여 천층 및 심층의 지하수위 등고선도를 작성하였다. 정규크리깅과 코크리깅을 적용하기 위해서 먼저 공간상에 분포하는 임의의 두 자료간의 차이의 분산인 베리오그램과 교차베리오그램을 이용하여 자료의 공간상 분포특성과 연속성을 파악하였다.

지형적인 변화가 적은 지역은 정규크리깅만을 이용하여 지하수위 등고선도를

작성하여도 정밀한 결과를 얻을 수 있으나, 지형적인 변화가 큰 경우에는 지하수위 자료뿐만 아니라, 그 지역의 지형적인 기복도 고려하는 것이 더 정밀한 지하수위 등고선도를 만들어 낼 수 있고, 지하수위는 지형의 복제품이라고 할 정도로 밀접한 상관성이 있으므로, 지하수위 추정을 위하여 지하수위 자료는 물론 지형의 표고자료를 이용하는 것이 필요하다(Hoeksema, 1989; 정상용 등, 1999). 2가지 이상의 확률변수들의 상관관계를 고려하여 새로운 값을 추정할 수 있는 방법이 코크리깅 방법인데, 본 연구에서는 정규크리깅과 코크리깅을 이용하여 연구지역의 천층 및 심층의 지하수위 등고선도를 작성하고 지하수위의 대수층별로 비교·분석함으로서 공간적인 지하수위 분포 특성을 연구하였다. Fig. 2는 현장 지하수위 자료로부터 대수층별 지하수위 등고선도와 3-D 표면도를 작성하기까지의 과정을 단순화한 순서도이다.

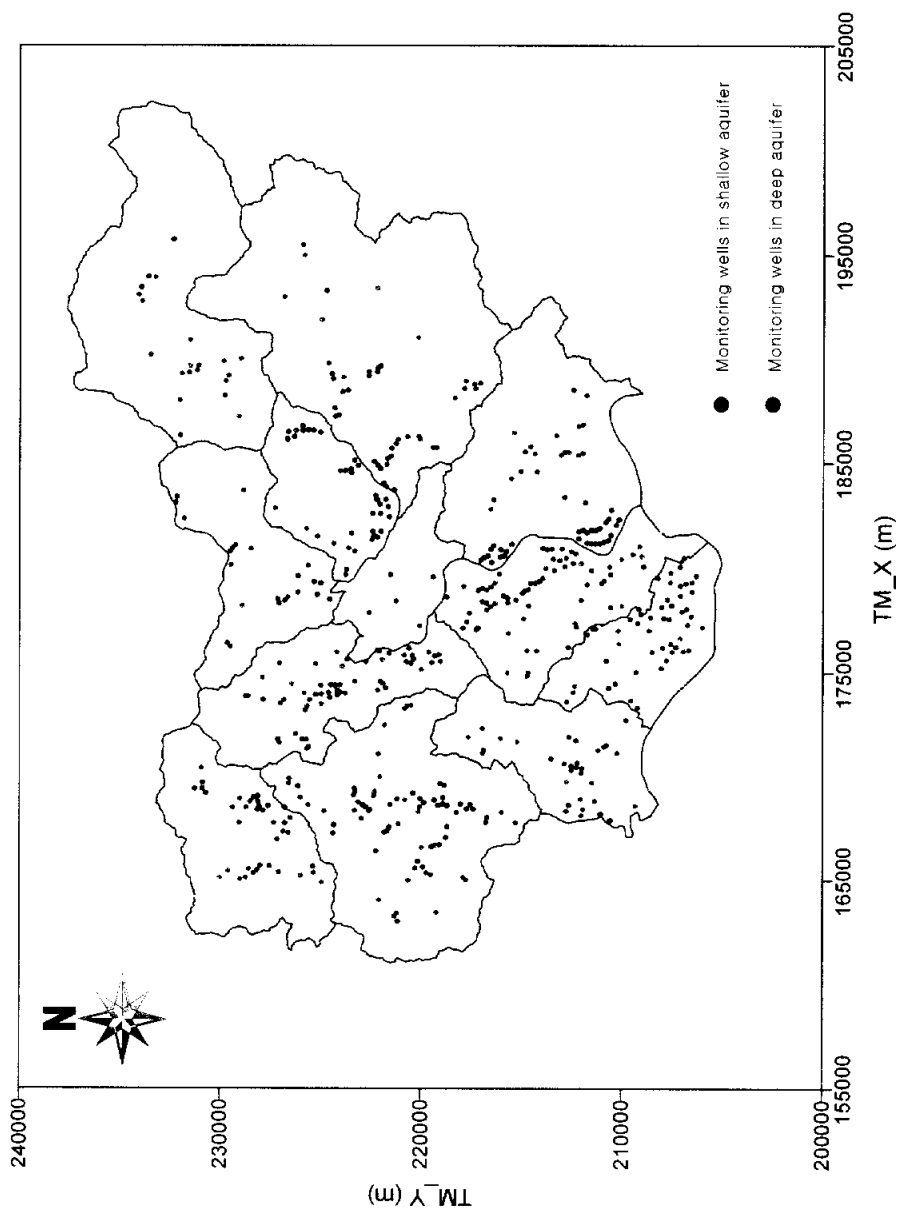


Fig. 1. Location of monitoring wells in shallow and deep aquifers at the Miryang Area.

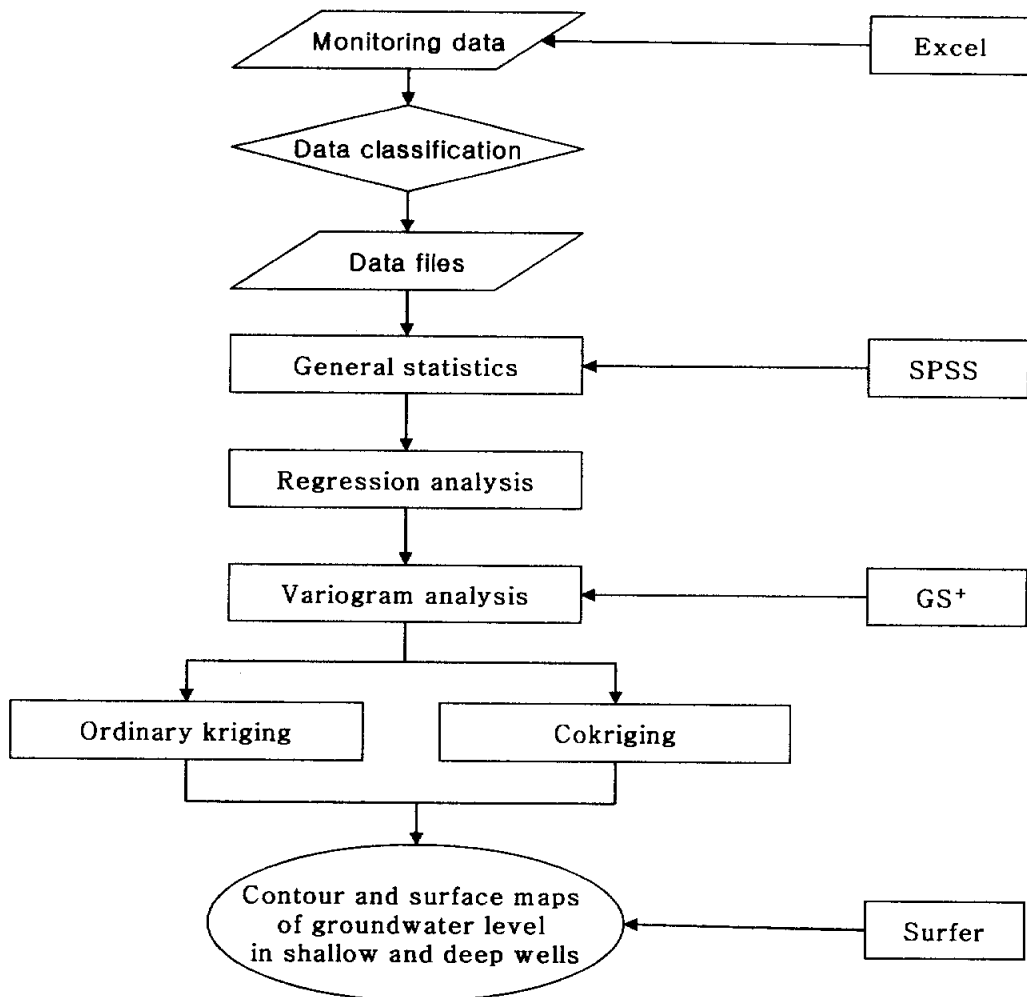


Fig. 2. Flow chart of the study procedure.

1.3. 지형 및 지질

연구지역은 행정구역상 경상남도 밀양시 전역으로 1개시, 2개읍, 9개면으로 밀양시, 삼랑진읍, 하남읍, 부북면, 상동면, 산외면, 산내면, 단장면, 상남면, 초동면, 무안면, 청도면이 포함된다. 전체면적은 798.98km²이며, 동서간 연장은 38km, 남북간 연장은 24.5km이다. 지리좌표는 북위 35° 20' 에서 35° 38' 사이에 있고, 동경 128° 34' 에서 129° 1' 사이에 위치한다(밀양시 통계연보, 2002). 지형은 동, 북, 서측이 고지대의 산계를 형성, 지형적·수리적 분수령으로 작용하고, 남측단을 따라 동류하는 낙동강으로 능선, 계곡 및 작은 수계들이 남향하면서 발달하고 있다. 중심부인 밀양시 남측으로 평야가 넓게 분포하고 있다. 수계는 연구지역 중앙으로 밀양강이 남류하고 서측단에 청도천이 또한 남류하여 조사지역 남단부에 걸쳐 동으로 유하하는 낙동강에 유입되므로 연구지역의 수리적 경계로 작용한다. 또한 산내면에서 발원한 동천이 산외면을 거쳐 사행하여 단장천, 밀양강과 합류한다.

연구지역 지질구조의 주 방향은 N40E로 밀양단층이 연구지역 밖 동편 양산단층의 방향과 평행한 방향성이 우세하다. 경상계 화산암류(주산안산암)가 연구지역 전역에 걸쳐 분포하며, 상동면, 산외면, 단장면 일대에 불국사 관입암류가 일부 분포하여 주로 험준한 산계를 형성, 연구지역 기저지질인 진동층은 무안면 서측에 일부 존재한다. 그밖에 화산활동에 의한 응회암류들이 주로 연구지역 서측에 분포하며 반상석리를 포함한 유동구조나 유리질 조직을 보이기도 한다. 관입의 영향이 없는 연구지역 남측에서는 구릉성 저지대를 형성하고 있다(농림부·농어촌진흥공사, 1998). Table 1에 연구지역의 지질계통표가 있으며, Fig. 3에 건설교통부·대한광업진흥공사(2002)에서 작성한 지질도가 도시되어 있다. 지질도에서 밀양단층은 실선으로 표시하였다.

Table 1. Geologic sequence of the study area(KIGAM, 1988)

Quaternary	[	Alluvium		
		— Unconformity —		
Cretaceous	[	Acidic dykes		Bulguksa Intrusive Rocks
		Biotite granite		
		Hornblende biotite granite		
		Fine-grained granodiorite		
		— Intrusion —		
		Rhyolite	[	Unmunsa Rhyolitic Rocks
		Rhyodacitic ash-flow tuff		
		Fallout tuff		
		Rhyolitic ash-flow tuff		
		Rhyolitic fallout tuff		
		Dacitic ash-flow tuff		
		Tuff breccia		
		— Local unconformity —		Yucheon Group
		Pomdori Andesite	[	
		Chonggaksan Formation		
Miryang Andesite				
Andesitic lapilli tuff				
Aphyric andesite				
Palyongsan tuff				
		Chusasan Andesitic Rocks		

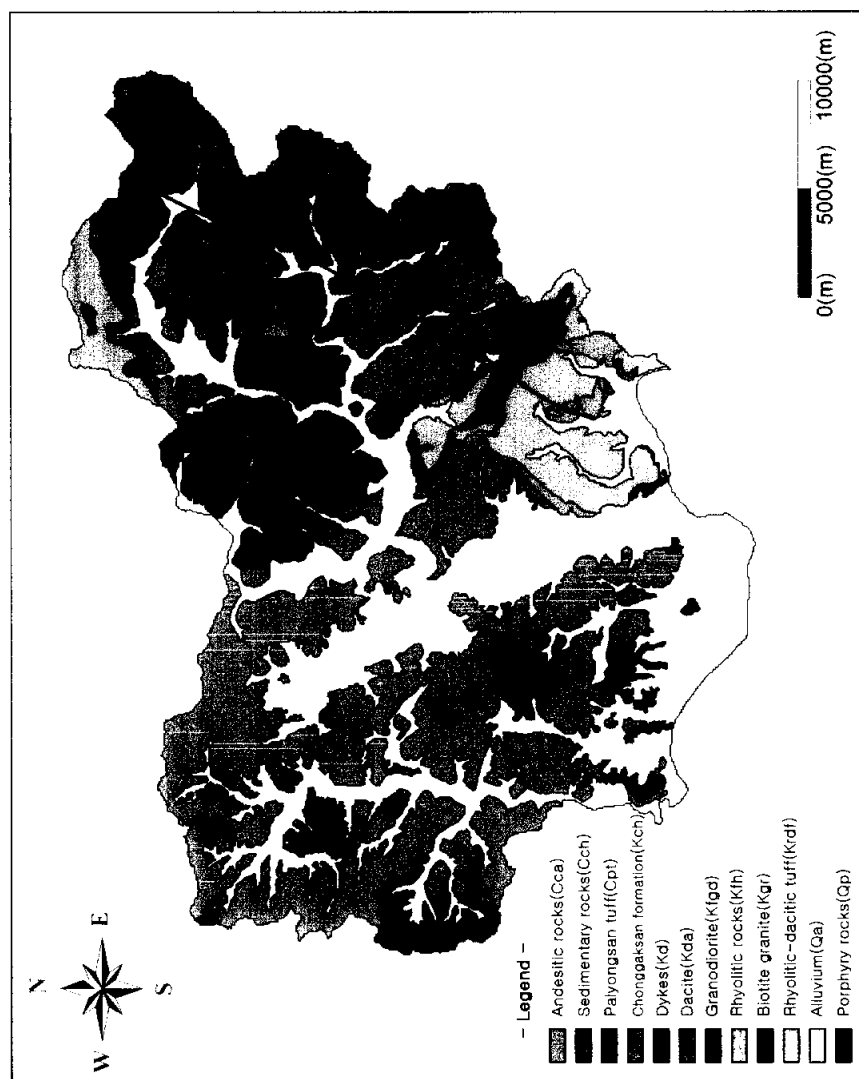


Fig. 3. Geological map of the study area(MOCT, 2002).

2. 일반통계 분석

대수층별 지하수위 조사 자료에 대한 일반통계 분석 결과가 Table 2에 정리되어 있으며, 평균, 중위수, 표준편차, 분산, 왜도, 첨도, 최소값, 최대값 등의 통계량을 나타내었다. 표고는 지하수공이 설치된 지점에서 측정되었고, 표고와 지하수위 자료는 모두 해수면 기준으로 환산되었다. Table 2에서 보면 천층 지하수공의 표고는 3.00~218.00m의 범위이고, 평균 표고는 31.23m이다. 심층 지하수공의 표고는 2.00~382.00m의 범위이며, 평균 표고는 50.20m로 나타났다. 천층 지하수위는 0.11~216.56m 범위이고, 평균 지하수위는 28.85m이다. 심층 지하수위는 0.07~375.86m의 범위이며, 평균 지하수위는 44.70m로 나타났다.

Fig. 4에 천층 및 심층 지하수공의 표고 히스토그램이 도시되어 있으며, 천층 및 심층 지하수공 모두가 대부분 표고가 낮은 지역의 자료수가 많은 것을 알 수 있다. 왜도는 모두 (+)왜도로서 표고 자료의 분포는 정규분포에 비해 왼쪽으로 치우쳐 있는 오른쪽 꼬리 분포를 보이고, 첨도도 모두 (+)첨도로서 정규분포에 비해 좁게 밀집되어 뾰족한 분포형태를 보인다. Fig. 5에 천층 및 심층 지하수위 히스토그램이 도시되어 있으며, 지하수위 자료의 분포는 표고 자료의 분포와 마찬가지로 정규분포에 비해 왼쪽으로 치우쳐 있는 오른쪽 꼬리 분포와 자료 분포가 정규분포에 비해 좁게 밀집된 뾰족한 분포형태를 보인다.

Table 2, Fig. 4와 Fig. 5에서 보면 조사된 자료가 수치가 낮은 값들에게 집중되어 있어 정규분포를 이루지 않음을 알 수 있다. 정규분포를 이루기 위해서 조사된 자료를 대수변환 하였고, Table 3에 대수변환한 대수층별 지하수위 자료에 대한 일반통계 분석 결과를 정리하였다. Fig. 6에 대수변환한 천층 및 심층 지하수위 히스토그램을 도시하였고, 히스토그램을 보면 정규분포와 유사한 형태의 분포를 이루고 있음을 알 수 있다.

Table 2. General statistics of the elevation and groundwater level data of shallow and deep aquifers

Data Contents	Elevation of wells in shallow aquifer(m)	Groundwater level of shallow aquifer(m)	Elevation of wells in deep aquifer(m)	Groundwater level of deep aquifer(m)
Number of data	158	158	345	345
Mean	31.23	28.85	50.20	44.70
Median	23.00	21.16	30.00	22.38
Standard deviation	34.18	34.42	59.23	58.95
Variance	1168.16	1182.10	3508.43	3417.17
Skewness	2.71	2.68	2.40	2.43
Kurtosis	9.64	9.47	7.46	7.69
Minimum	3.00	0.11	2.00	0.07
Maximum	218.00	216.56	382.00	375.86

Table 3. General statistics of the natural-log transformed groundwater level data of shallow and deep aquifers

Data Contents	Natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer	Natural-log transformed groundwater level of deep aquifer
Number of data	158	345
Mean	2.5776	2.6568
Median	3.0519	3.1082
Standard deviation	1.5439	1.8890
Variance	2.3836	3.5682
Skewness	-0.9560	-0.5590
Kurtosis	0.6440	-0.7630
Minimum	-2.2073	-2.6593
Maximum	5.3779	5.9292

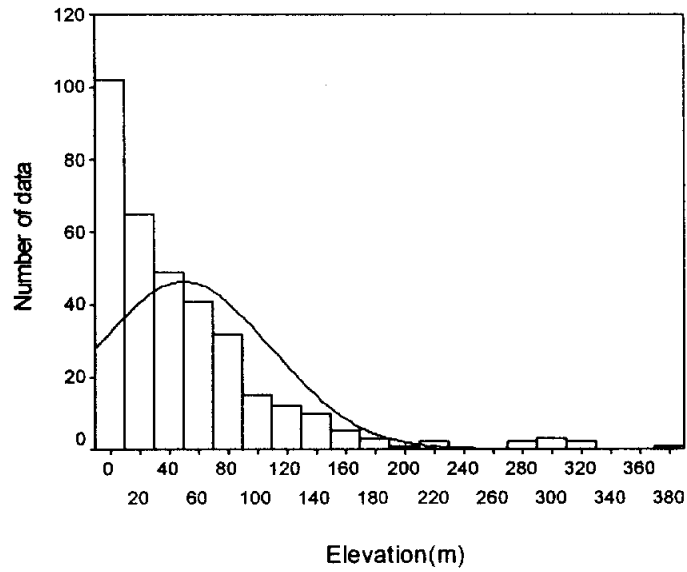
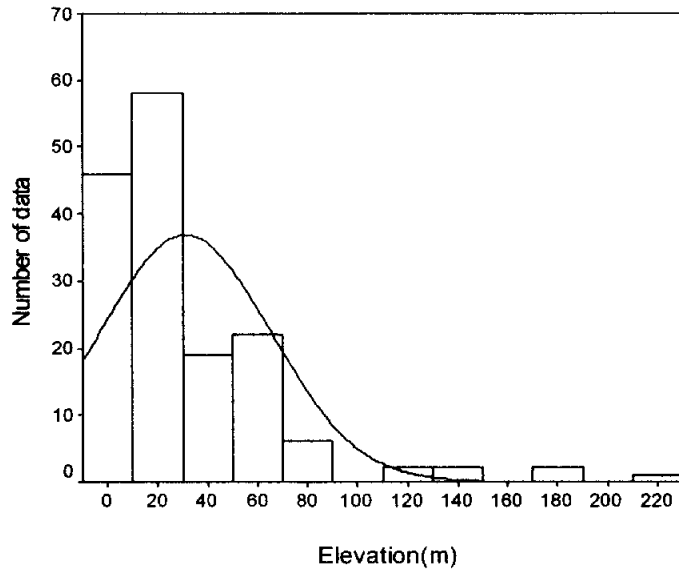


Fig. 4. Histogram of the elevation data of wells in shallow(upper) and deep(lower) aquifers.

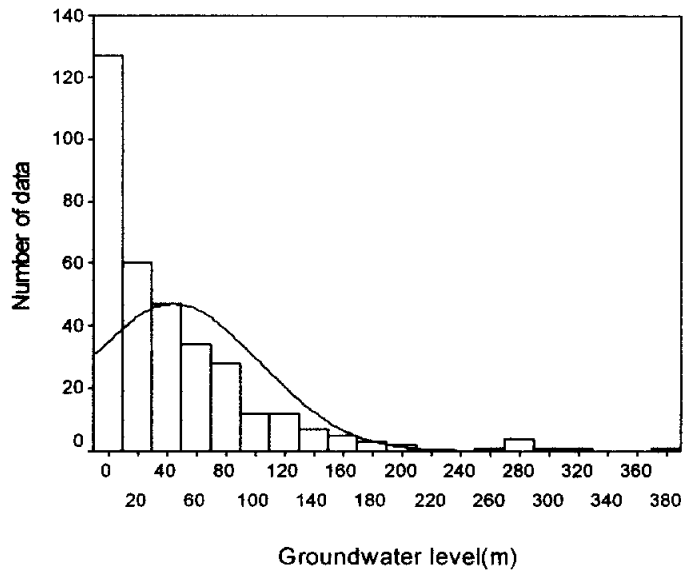
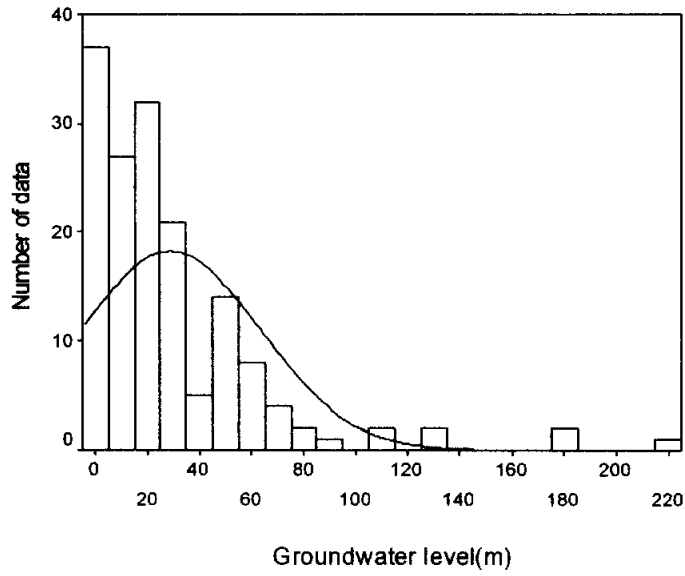


Fig. 5. Histogram of the groundwater level data in shallow(upper) and deep(lower) aquifers.

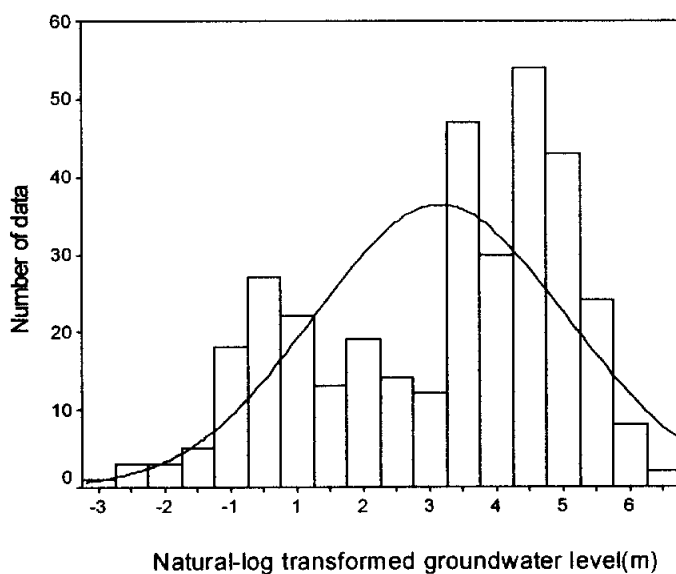
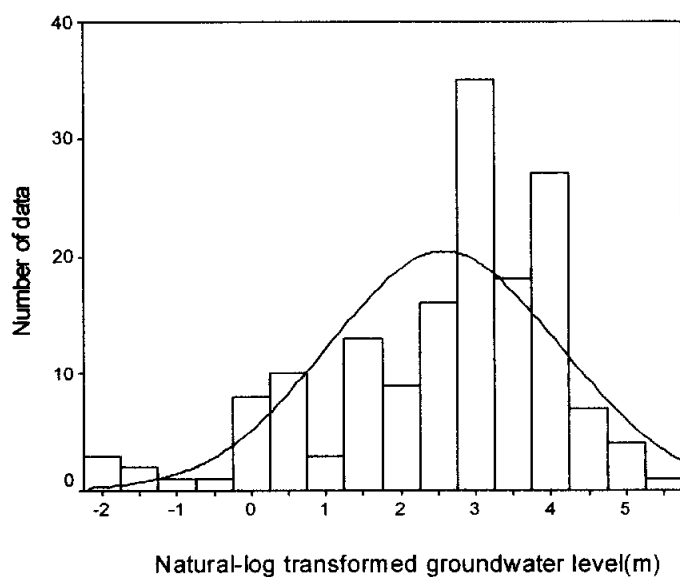


Fig. 6. Histogram of the natural-log transformed groundwater level data in shallow(upper) and deep(lower) aquifers.

3. 회귀 분석

변수들 사이의 관계를 분석하기 위하여 사용되는 회귀 분석은 기술적인 목적을 가지는데 변수들, 즉 지형의 표고와 지하수위 사이의 관계를 설명할 수 있다. 우리나라의 지하수 분포에서 지하수위와 지형의 표고와는 밀접한 관련이 있다. 일반적으로 지형이 높은 지역은 지하수 충전지역의 역할을 하기 때문에 지형이 낮은 곳에서의 지하수위에 비하여 높게 형성되어 있다. 표고와 천층 및 심층 지하수위의 회귀 분석을 실시한 결과는 Table 4에 정리하였으며, 회귀선의 기울기, 절편, 상관계수(R)와 결정계수(R^2)를 나타내었다. 두 변수 사이의 관계의 강도와 방향을 결정하는 상관계수를 보면 표고와 천층 지하수위 상관계수는 0.999, 표고와 심층 지하수위 상관계수는 0.998로 나타났는데, 표고와 대수층별 지하수위가 거의 1.000에 가깝다. 따라서 표고와 대수층별 지하수위는 모두 정(+)의 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 추정된 회귀선에 의하여 설명되는 비율을 의미하는 결정계수는 모든 관찰치와 회귀식이 일치한다면 $R^2=1$ 이 되어 두 변수간에 100%의 상관관계가 있다고 할 수 있는데, 표고와 천층 지하수위는 결정계수는 0.999, 표고와 심층 지하수위 결정계수는 0.996이다. 다시 말하면 표고와 천층 지하수위간에는 99.9%의 상관관계가 있고, 표고와 심층 지하수위간에는 99.6%의 상관관계가 있다고 할 수 있다.

2가지 이상의 확률변수들의 상관관계를 고려하여 새로운 값들을 추정해 낼 수 있는 방법이 코크리깅 방법인데, 이와 같이 연구지역의 표고와 대수층별 지하수위의 상관관계를 분석하여 서로 상관관계가 높은 경우에는 코크리깅 방법을 이용하여 보다 정확한 등고선도를 만드는 것이 가능하다. Fig. 7에 표고와 대수층별 지하수위의 선형회귀선 그래프가 도시되어 있으며, 일부 자료가 회귀선에서 약간 벗어나고 있으나, 거의 대부분의 자료가 완전한 비례관계를 보여주고 있다.

Table 4. Regression analysis of the groundwater level data of shallow and deep aquifers

Model Contents	Groundwater level(shallow aquifer) $= a \times \text{Elevation} + b$	Groundwater level(deep aquifer) $= a \times \text{Elevation} + b$
Number of data	158	345
Slope(a)	1.005	0.985
Intercept(b)	-2.548	-4.747
Correlation coefficient(R)	0.999	0.998
Coefficient of determination(R^2)	0.999	0.996

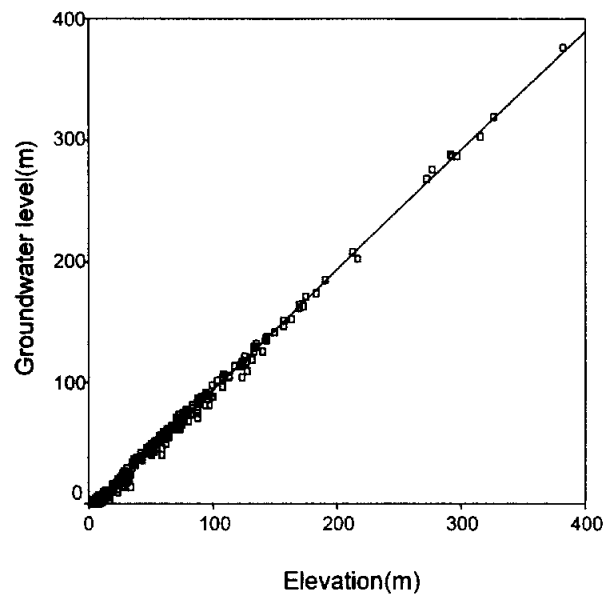
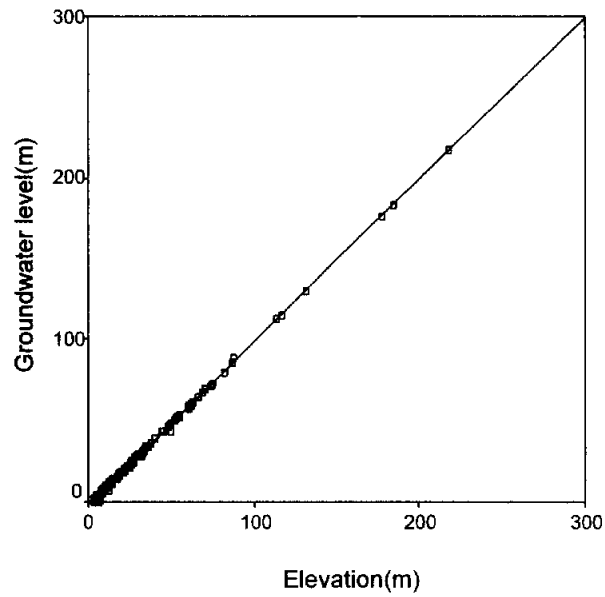


Fig. 7. Linear regression of the elevation versus groundwater level data of shallow(upper) and deep(lower) aquifers.

4. 크리깅 이론

4.1. 베리오그램(Variogram)

베리오그램은 공간상에 분포하는 두 자료간의 분산(variance)으로, 공간상에 분포하는 자료의 공간적 연속성은 반베리오그램(semivariogram)으로 나타낸다.

$$2\gamma(h) = E\{\sum [Z(x) - Z(x+h)]^2\} \quad (4-1)$$

여기서, $\gamma(h)$: 반베리오그램

$Z(x)$: 임의의 지점 x 에 있는 자료

$Z(x+h)$: $Z(x)$ 에서 h 만큼 떨어진 지점의 자료

반베리오그램의 공식들은 다음과 같다.

1) Matheron's Variogram(1973)

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i+h)]^2 \quad (4-2)$$

여기서, $N(h)$: 두 자료간 거리 h 만큼 떨어진 자료들의 수

$Z(x_i)$: x_i 점에서의 값

2) Cressie-Hawkins Estimator(1980)

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} |Z(x_i) - Z(x_i+h)|^2 \right]^{1/4} / \left[0.457 + \frac{0.494}{N(h)} + \frac{0.045}{\{N(h)^2\}} \right] \quad (4-3)$$

이고, 자료가 아주 많은 경우에는 다음의 식을 이용한다.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} |Z(x_i) - Z(x_i + h)|^2 \right]^{1/4} / 0.457 \quad (4-4)$$

3) Dowd's Method(1984)

$$\gamma(h) = 1.099 \{ \text{median } |y_i(h) - \bar{y}(h)| \}^2 \quad (4-5)$$

이고, 여기서

$$y_i(h) = Z(x_i) - Z(x_i + h)$$

$$\bar{y}(h) = y_i \text{의 median}$$

크리깅에 의한 추정치를 구하기 위해서는 자료들간의 공분산(covariance) 값이 요구되는데, 이는 자료들의 반베리오그램 모델로부터 얻어진다. 즉,

$$C(h) = \text{sill} - \gamma(h) \quad (4-6)$$

여기서 $C(h)$, $\gamma(h)$ 는 각각 거리 h 만큼 떨어진 자료들간의 공분산과 반베리오그램이다.

sill은 일정한 범위(range)를 넘어선 반베리오그램간의 상관관계가 없어진 상태의 반베리오그램을 나타낸다. 반베리오그램의 모델은 sill의 존재 유무에 따라 여러가지 모델로 구분되며 Fig. 8은 sill을 갖는 모델들을 나타낸다.

1) sill을 갖는 경우(Transition model)

① 구상형 모델(Spherical model)

$$\gamma(h) = C \left[\frac{3}{2} \frac{h}{a} - \frac{1}{2} \frac{h^3}{a^3} \right] \quad (h \leq a) \quad (4-7)$$

$$\gamma(h) = C \quad (h > a) \quad (4-8)$$

여기서, C : 자료의 분산(variance)

a : 반베리오그램이 상관관계를 갖는 범위(range)

h : 두 자료간의 거리

② 지수형 모델(Exponential model)

$$\gamma(h) = C \left[1 - \exp\left(-\frac{h}{a}\right) \right] \quad (h \leq 3a) \quad (4-9)$$

$$\gamma(h) = C \quad (h > 3a) \quad (4-10)$$

이 모델은 sill 값에 근사적으로 접근하며 실질적인 semivariogram의 범위 a'은 3a이고, 수문학과 관련된 자료에 널리 이용되고 있다.

③ Gaussian model

$$\gamma(h) = C \left[1 - \exp\left(-\frac{h^2}{a^2}\right) \right] \quad (4-11)$$

이 모델 역시 sill값에 근사적으로 접근하며, 반베리오그램의 범위 a'은 $\sqrt{3} a$ 이다.

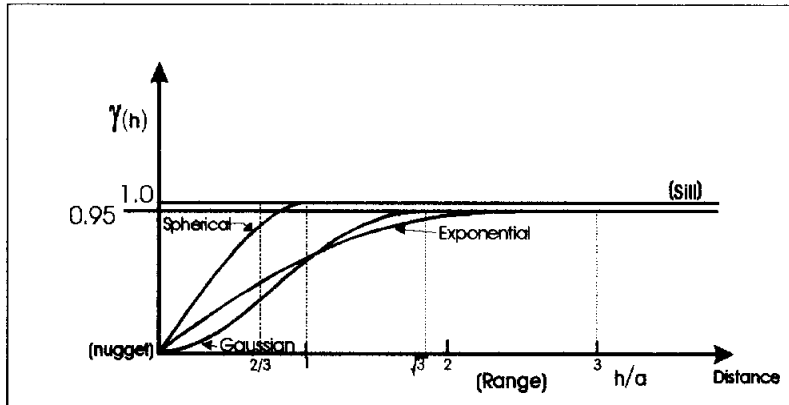


Fig. 8. Models with sill(Journal and Huijbregts, 1978).

2) sill이 없는 경우

① Power model

$$\gamma(h) = Ch^{\theta}, \quad \theta \in [0, 2] \quad (4-12)$$

실제적으로는 선형 ($\theta=1$) 모델만이 사용된다.

$$\gamma(h) = \omega h \quad (4-13)$$

여기서, ω : 경사

② Logarithmic model

$$\gamma(h) = C \log h \quad (4-14)$$

③ Hole-Effect Model

$$\gamma(h) = C(1 - \frac{\sinh}{h}) \quad (4-15)$$

3) 다차원 확률함수의 베리오그램이 3차원 공간에서 방향에 따라 달라질 경우 확률함수는 이방성(anisotropy) 베리오그램을 갖는다. 그 기하학적 이방성(geometric anisotropy)은 단순한 선형 좌표축 변환으로 이방성이 등방성으로 변환될 때 반베리오그램 또는 공분산은 기하학적인 이방성을 가진다. 기하학적인 이방성에서 각 방향의 베리오그램은 방향에 따라 다른 범위(range)를 가지지만 sill값은 같다. 변환된 좌표(x_u' , x_v')는 변환행렬인 [A]에 의해 초기좌표(x_u , x_v)로 부터 얻어진다.

$$\begin{pmatrix} x_u' \\ x_v' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & c \\ c & b \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_u \\ x_v \end{pmatrix} \quad (4-16)$$

여기서 a, b, c 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} a &= \cos^2 \theta + \lambda \sin^2 \theta, \\ b &= \sin^2 \theta + \lambda \cos^2 \theta, \\ c &= (1 - \lambda) \sin \theta \cos \theta. \end{aligned}$$

간단한 선형좌표축 변환으로 이방성이 등방성으로 변환되지 않을 경우 베리오그램은 대상의 이방성(zonal anisotropy)을 가진다. 대상의 이방성 모델은 각 성분 구조가 이방성인 구조를 가진다(Journal and Huijbregts, 1978).

4.2. 정규크리깅(Ordinary Kriging)

4. 2. 1. 이 론

크리깅은 지구통계학적 추정방법(geostatistical estimation technique)으로 주변값들의 선형적인 조합(linear combination)으로 최선의 선형 불편 추정자(BLUE : Best Linear Unbiased Estimator)를 계산하는 방법이다. 크리깅은

$$Z_K^* = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z_i \quad (4-17)$$

여기서, Z_i : 공간상에 분포하는 자료값

λ_i : Z_i 의 가중치(weight)

Z_K^* : kriging에 의한 추정치

크리깅의 가중치는 추정치가 불편(unbiased)이고, 추정분산이 최소가 되어야 한다. 크리깅의 불편조건은

$$E[Z_V - Z_K^*] = 0 \quad (4-18)$$

$$\left. \begin{aligned} E[Z_K^*] &= E[Z_V] \\ &= E\left[\sum_{i=1}^n \lambda_i Z_i\right] \end{aligned} \right\} \quad (4-19)$$

이고, 식 (4-18), (4-19)로부터

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad (4-20)$$

여기서, Z_V : 미지의 참값

Z_K : 추정치

크리깅의 추정분산은

$$E\{[Z_V - Z_K]^2\} = E[Z_V^2] - 2E[Z_V Z_K^*] + E[Z_K^{*2}] \quad (4-21)$$

여기서,

$$E[Z_V^2] = \frac{1}{V^2} \int_V dx \int_V E[Z(X)Z(X')] dx' = \bar{C}(V, V) + m^2,$$

$$E[Z_V Z_K^*] = \sum_i \lambda_i \frac{1}{V v_i} \int_V dx \int_{v_i} E[Z(X)Z(X')] dx' = \sum_i \lambda_i \bar{C}(V, v_i) + m^2,$$

$$\begin{aligned} E[Z_K^{*2}] &= \sum_i \sum_j \lambda_i \lambda_j \frac{1}{v_i v_j} \int_{v_i} dx \int_{v_j} E[Z(X)Z(X')] dx' \\ &= \sum_i \sum_j \lambda_i \lambda_j \bar{C}(v_i, v_j) + m^2 \end{aligned}$$

로서 최소가 되어야 한다.

그러므로, 추정분산은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\sigma_K^2 = E\{[Z_V - Z_K^*]^2\} = C(V, V) + \mu - \sum_{i=1}^n \lambda_i C(v_i, V) \quad (4-22)$$

여기서 $C(V, V)$ 는 표본자료간의 공분산, μ 는 Lagrange multiplier, $C(v_i, V)$ 는 표본자료와 추정치간의 공분산으로서 표본자료의 베리오그램에서 결정된다.

4. 2. 2. 크리깅계(Kriging System)

크리깅계는 Lagrangian technique에서 얻어진다.

$$\frac{\partial [E([Z_V - Z_K^*]^2) - 2\mu \sum_i \lambda_i]}{\partial \lambda_i} = 0 \quad (4-23)$$

여기서, μ : Lagrangian parameter

λ_i : 점 i 에서의 가중치

크리깅계는 다음과 같다.

$$\left. \begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j \overline{C}(v_i, v_j) - \mu &= \overline{C}(v_i, V), \quad \forall i=1, \dots, n, \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (4-24)$$

그러므로, 추정분산(estimation variance) 또는 크리깅분산(kriging variance)은 다음과 같다.

$$\sigma_K^2 = E\{[Z_V - Z_K^*]^2\} = \overline{C}(V, V) + \mu - \sum_{i=1}^n \lambda_i \overline{C}(v_i, V) \quad (4-25)$$

4. 2. 3. 크리깅계의 행렬형태

크리깅계의 식 (4-24)은 다음과 같은 행렬 형태로 표현될 수 있다.

$$[K] \cdot [\lambda] = [M2] \quad (4-26)$$

여기서,

$$[\lambda] = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ -\mu \end{bmatrix}, \quad [M2] = \begin{bmatrix} \overline{C}(v_1, V) \\ \vdots \\ \overline{C}(v_n, V) \\ 1 \end{bmatrix}$$

이고, 크리깅행렬 $[K]$ 는 다음과 같다.

$$[K] = \begin{bmatrix} \bar{C}(v_1, v_1) & \cdots & \bar{C}(v_1, v_j) & \cdots & \bar{C}(v_1, v_n) & 1 \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & \vdots \\ \bar{C}(v_i, v_1) & \cdots & \bar{C}(v_i, v_j) & \cdots & \bar{C}(v_i, v_n) & 1 \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & \vdots \\ \bar{C}(v_n, v_1) & \cdots & \bar{C}(v_n, v_j) & \cdots & \bar{C}(v_n, v_n) & 1 \\ 1 & \cdots & 1 & \cdots & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

그리고, 크리깅행렬은 다음과 같은 대칭성을 갖는다.

$$\bar{C}(v_i, v_j) = \bar{C}(v_j, v_i), \quad \forall i, j \quad (4-27)$$

$\bar{C}(v_i, v_j)$ 는 두 점 i 와 j 간의 공분산(covariance)이고, $\bar{C}(v_i, V)$ 는 점 i 와 추정할 지점간의 공분산이다.

크리깅계를 나타내는 식 (4-26)으로 부터

$$[\lambda] = [K]^{-1} \cdot [M2] \quad (4-28)$$

가중치 행렬 $[\lambda]$ 는 식 (4-28)에서 결정될 수 있지만, 자료의 수가 많을 때는 크리깅행렬 $[K]$ 의 역행렬을 계산하는데 시간이 많이 소요되므로 Gaussian 소거법을 이용한다(Journel and Huijbregts, 1978).

4.3. 코크리깅(Cokriging)

코크리깅의 일반적 이론은 Matheron(1971)에 의해 개발되었으며, 코크리깅의 행렬 공식은 Myers(1982)에 의해서 정리되었다. 확률변수군

$\bar{Z}(x) = [Z_1(x), \cdots, Z_n(x)]$ 가 2계의 정상확률함수(second order stationary random function)를 이룰 때, 그 평균은

$$E [\bar{Z}(x)] = [m_1, \dots, m_n] \quad (4-29)$$

이며, 여기서 m 은 상수를 뜻한다. 공분산 행렬(covariance matrix)은

$$\bar{C}(h) = E [\bar{Z}(x + h)^T \bar{Z}(x)] \quad (4-30)$$

여기서 h 는 확률변수군들간에 떨어진 거리이며, T 는 행렬의 전치(transpose)를 뜻한다. 선형추정자(linear estimator)군은

$$\bar{Z}_k^*(x) = \sum_{k=1}^n \bar{Z}(x_k) \Gamma_k \quad (4-31)$$

여기서 $\bar{Z}(x_k)$ 는 표본자료군이며, Γ_k 는 가중치군으로 $n \times n$ 행렬을 이룬다.

가중치군의 총합은 $n \times n$ 단위행렬은

$$\sum_{k=1}^n \Gamma_k = I \quad (4-32)$$

이고, 가중치군 Γ_k 의 충분조건은 정규크리깅과 같이 불편과 최소 추정분산이다.

$$E [\bar{Z}_i(x) - \bar{Z}_i^*(x)] = [0, 0, \dots, 0] \quad (4-33)$$

$$\text{Var} [\bar{Z}(x) - \bar{Z}^*(x)] = \text{minimum} \quad (4-34)$$

여기서 Var 은 분산이고, 위의 조건들로부터 복합크리깅의 조직은

$$[K] [\Gamma] = [M] \quad (4-35)$$

여기서

$$[K] = \begin{bmatrix} \bar{C}(x_1 - x_1) & \dots & \bar{C}(x_1 - x_n) & I \\ \vdots & & & \\ \bar{C}(x_n - x_1) & \dots & \bar{C}(x_n - x_n) & I \\ I & \dots & I & 0 \end{bmatrix}$$

$$[F] = \begin{bmatrix} \Gamma_1 \\ \vdots \\ \Gamma_n \\ \bar{\mu} \end{bmatrix}, \quad [M] = \begin{bmatrix} \overline{C(x_1 - x)} \\ \overline{C(x_n - x)} \\ I \end{bmatrix}$$

이고, $\bar{\mu}$ 는 Lagrange multiplier이다.

추정분산을 나타내는 식 (4-34)를 공분산을 이용해서 나타내면,

$$\sigma_k^2 = T_r \overline{C}(0) - T_r \left[\sum_{j=1}^n \overline{C}(x - x_j) \Gamma_j \right] - T_r \bar{\mu} \quad (4-36)$$

여기서 T_r 은 trace를 뜻한다.

5. 지구통계학적 분석

크리깅은 공간상에 분포하는 확률변수들을 이용하여 자료가 없는 지점에서 값을 추정해내는 강력한 지구통계학적 방법인데, 연구지역의 지형과 지하수위 분포 특성에 맞는 크리깅 모델을 적용하여 분석해야 한다.

지하수위 분석 대상 지역에서 지형적인 변화가 적은 곳에서의 지하수위 등고선도 작성에는 지하수위 자료만을 이용하여도 정밀한 지하수위 분포도를 만들 수 있는데, 이 경우에는 보통 정규크리깅을 이용해서 지하수위 등고선도를 작성한다. 그러나 지형적인 변화가 큰 경우에는 지하수위 자료뿐만 아니라 그 지역의 지형적인 기복도 고려함으로써 더 정밀한 지하수위 등고선도를 만들어 낼 수 있다.

2가지 이상의 확률변수들의 상관관계를 고려하여 새로운 값들을 추정해 낼 수 있는 방법이 코크리깅인데, 회귀 분석 결과 연구지역은 지형의 표고와 대수층별 지하수위의 상관관계가 매우 높다. 따라서, 연구지역의 대수층별 지하수위는 지형의 표고에 크게 영향을 받을 것으로 판단되며, 지형의 표고와 대수층별 지하수위 자료와의 코크리깅을 실시하였다.

5.1. 베리오그램 분석

크리깅에 의한 추정치를 구하기 위해서는 자료간의 공분산값이 요구되는데, 이는 자료의 베리오그램 모델로부터 얻어진다. 공간상에 분포하는 표본자료의 특성은 베리오그램에 의해서 나타내며, 베리오그램은 공간상에 분포하는 임의의 두 자료 값의 차이의 분산으로 구해진다. 연구지역의 대수층별 지하수위의 공간상 분포특성을 파악하고 크리깅 기법을 이용하기 위한 최적의 모델을 선정하기 위해 베리오그램 분석(variogram analysis)을 실시하였다.

표고와 천층 및 심층 지하수위 자료에 대한 가장 적합한 베리오그램 모델을

선정하기 위하여 Robertson(2000)의 RSS(residual sums of squares), R^2 (regression coefficient)과 자료간의 범위를 고려하여 선정된 베리오그램 모델의 상수들을 Table 5에 정리하였다. RSS는 추정치와 자료의 평균값과의 차이의 제곱으로 값이 적을수록 베리오그램 모델이 우수하고, R^2 은 자료들이 베리오그램 모델에서의 적합성(goodness of fit)을 나타낸다. Table 5에서 보면 표고와 천층 지하수위 자료에서는 지수형모델(exponential model)이 적합한 것으로, 심층 지하수위 자료에서는 구상형모델(spherical model)이 적합한 것으로 선정되었다. 대수층별 지하수위 자료를 대수변환한 자료에 대해서는 천층 지하수위 자료는 지수형모델이, 심층 지하수위 자료는 구상형모델이 적합한 것으로 선정되었다. Fig. 9는 표고의 반베리오그램을 나타내고, Fig. 10은 천층 지하수위의 반베리오그램을 나타내며, Fig. 11은 자료를 대수변환한 천층 지하수위의 반베리오그램을 나타낸다. Fig. 12는 심층 지하수위의 반베리오그램을 나타내며, Fig. 13은 자료를 대수변환한 심층 지하수위의 반베리오그램을 나타낸다. 베리오그램 분석 결과, Table 5에서의 R^2 과 Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12, Fig. 13에서 보면 원시 지하수위 자료보다 대수변환한 지하수위 자료가 베리오그램의 적합선(best-fit line)에 잘 맞는 것으로 나타났다.

표고와 대수층별 지하수위 대한 교차 베리오그램 분석(cross variogram analysis)을 실시하였는데 RSS, R^2 과 자료간의 범위를 고려하여 선정된 교차 베리오그램 모델의 상수들을 Table 6에 정리하였다. Table 6에서 보면 천층 지하수위와 표고의 교차 베리오그램은 지수형모델이 적합하며, 자료를 대수변환한 천층 지하수위와 표고의 교차 반베리오그램도 지수형모델이 적합한 것으로 선정되었다. 심층 지하수위와 표고의 교차 베리오그램은 구상형모델이 적합한 것으로 선정되었으며, 자료를 대수변환한 심층 지하수위와 표고의 교차 반베리오그램도 역시 구상형모델이 적합한 것으로 선정되었다. Fig. 14는 천층 지하수위와 표고의 교차 반베리오그램을 나타내며, Fig. 15는 자료를 대수변환한 천층 지하수위와 표고의 교차 반베리오그램을 나타낸다. Fig. 16은 심층 지하수위와 표고의 교차 반베리오그램을 나타내며, Fig. 17에 자료를 대수변환한 심층 지하

수위와 표고의 교차 반베리오그램을 도시하였다. 교차 베리오그램 분석 결과, Table 6에서의 R^2 과 Fig. 14, Fig. 15, Fig. 16, Fig. 17에서 보면 원시 지하수위와 표고 자료보다 대수변환한 지하수위와 표고 자료가 교차 베리오그램의 적합선에 잘 맞는 것으로 나타났다.

Table 5. Selected variogram models and parameters

Variable \ Parameters	Model	Nugget	Sill	Range	R^2	RSS
Elevation of wells in shallow and deep aquifers	Exponential	10	10130	28670	0.795	1.791×10^7
Groundwater level of shallow aquifer	Exponential	10	5130	38880	0.611	7.979×10^6
Natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer	Exponential	0.680	5.369	25720	0.906	0.676
Groundwater level of deep aquifer	Spherical	120	6350	33240	0.954	1.428×10^6
Natural-log transformed groundwater level of deep aquifer	Spherical	0.150	7.309	36420	0.981	0.606

Table 6. Selected cross variogram models and parameters

Parameters Variable	Model	Nugget	Sill	Range	R ²	RSS
Groundwater level of shallow aquifer and elevation of wells	Exponential	10	5130	39070	0.610	8.034×10^6
Natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer and elevation of wells	Exponential	0.100	4.200	27670	0.881	0.673
Groundwater level of deep aquifer and elevation of wells	Spherical	30	7170	37580	0.958	1.275×10^6
Natural-log transformed groundwater level of deep aquifer and elevation of wells	Spherical	0.020	4.040	30160	0.980	0.301

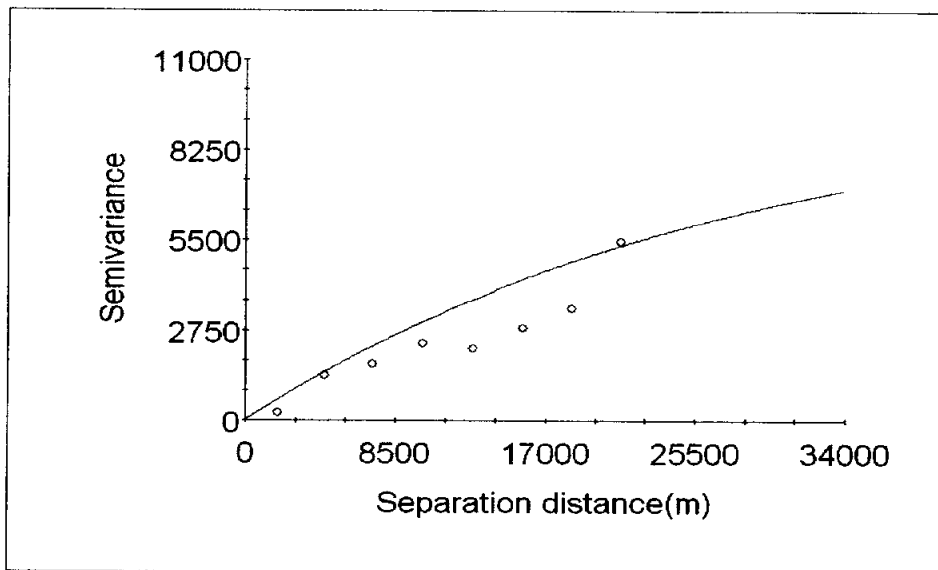


Fig. 9. Semivariogram of the elevation of wells in shallow and deep aquifers with exponential model.

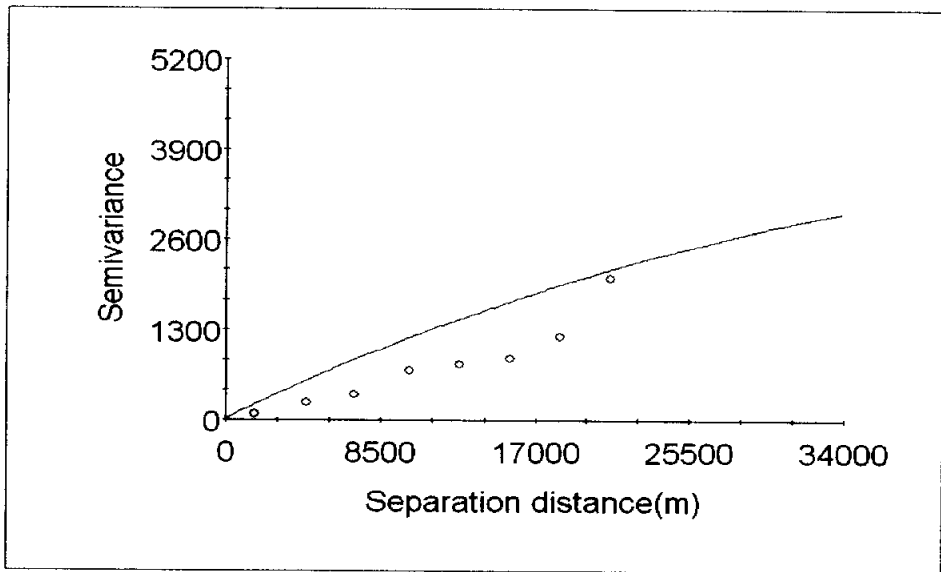


Fig. 10. Semivariogram of the groundwater level of shallow aquifer with exponential model.

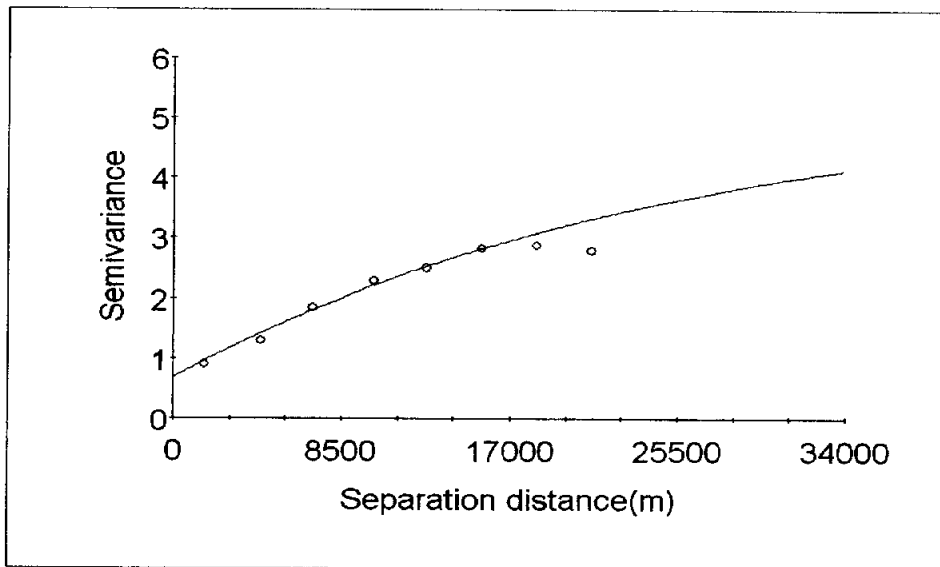


Fig. 11. Semivariogram of the natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer with exponential model.

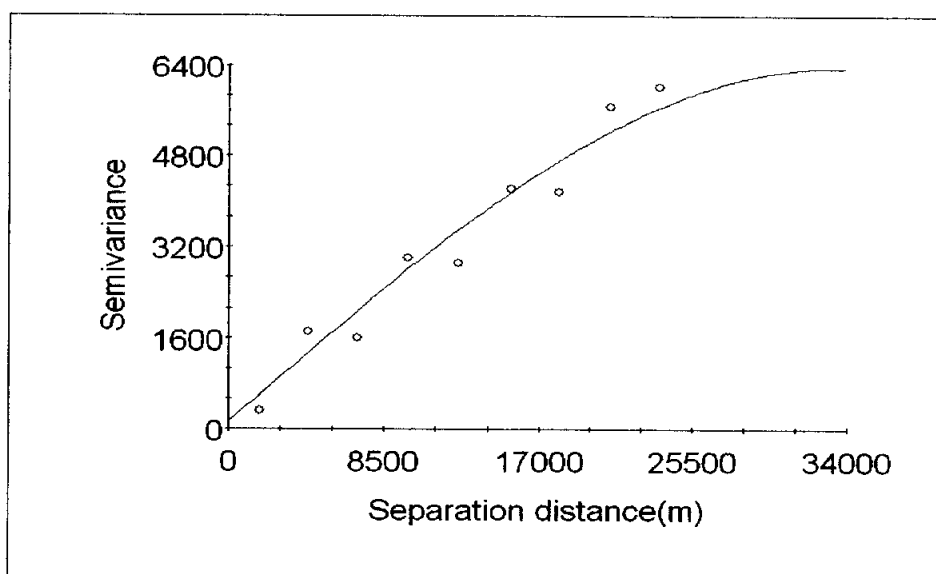


Fig. 12. Semivariogram of the groundwater level of deep aquifer with spherical model.

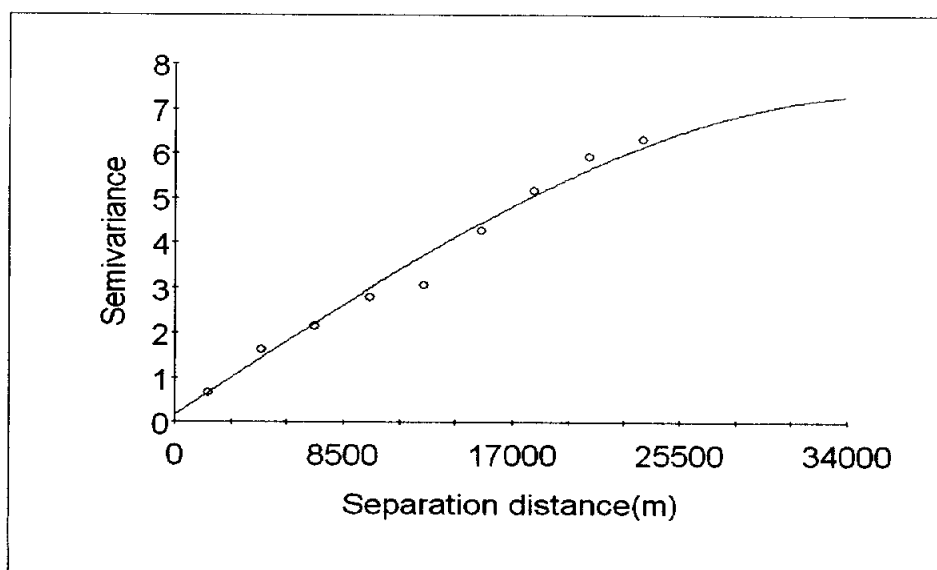


Fig. 13. Semivariogram of the natural-log transformed groundwater level of deep aquifer with spherical model.

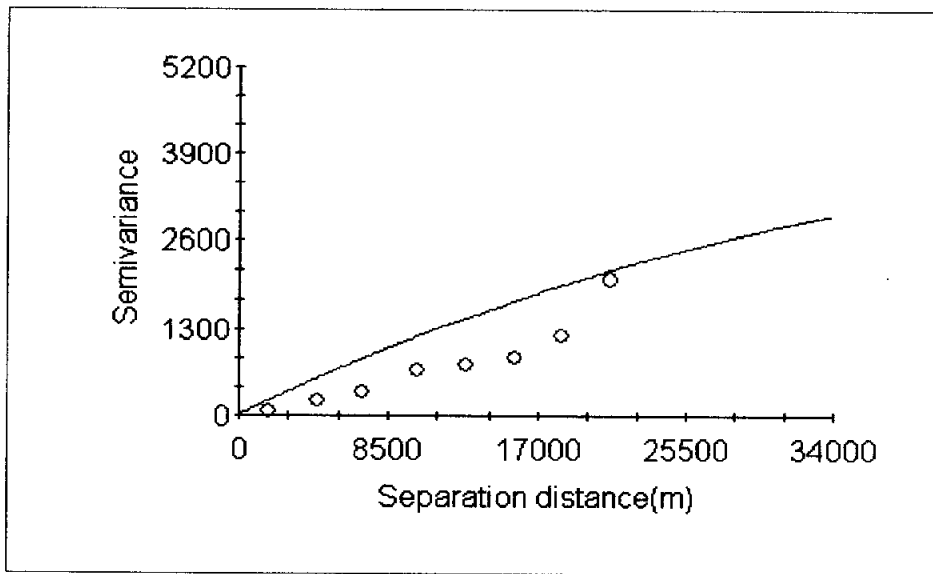


Fig. 14. Cross semivariogram of the groundwater level of shallow aquifer and elevation of wells with exponential model.

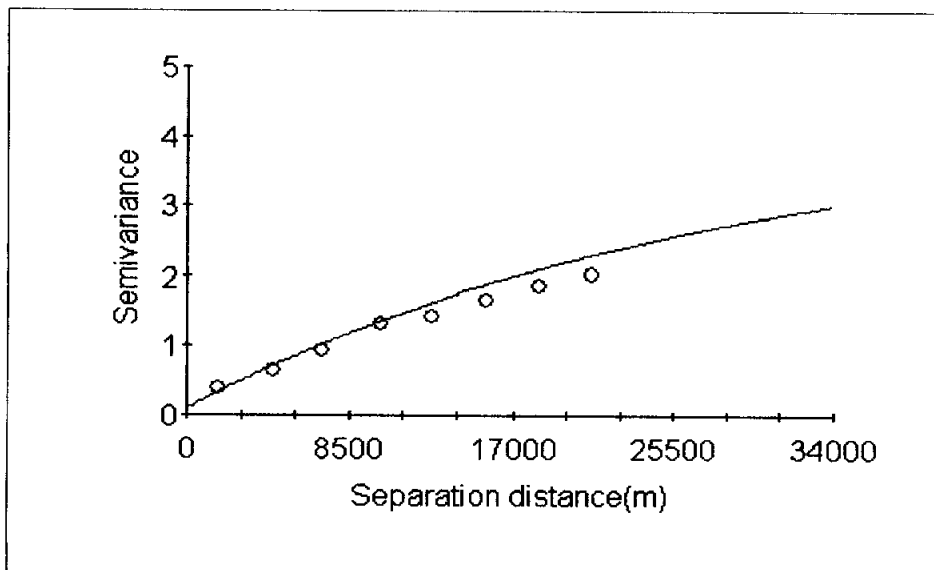


Fig. 15. Cross semivariogram of the natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer and elevation of wells with exponential model.

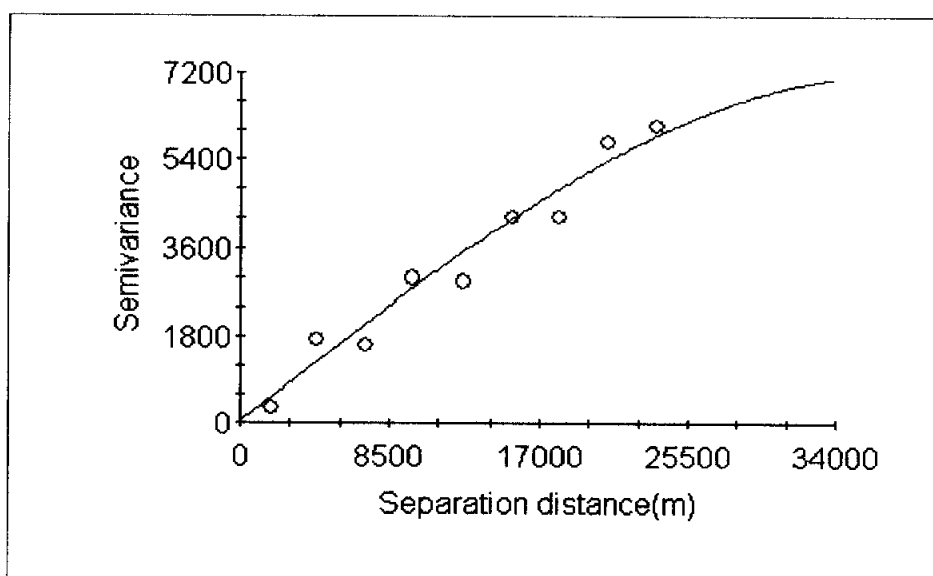


Fig. 16. Cross semivariogram of the groundwater level of deep aquifer and elevation of wells with spherical model.

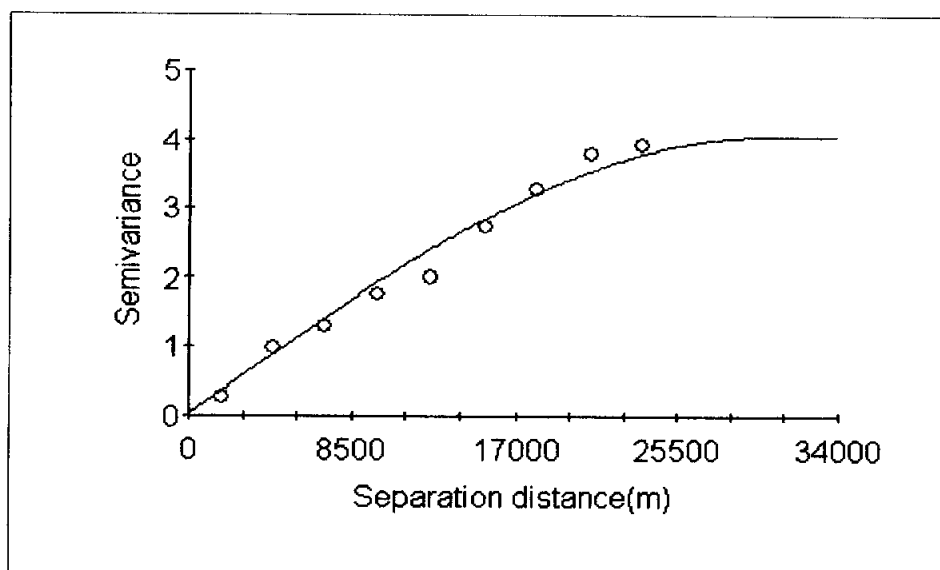


Fig. 17. Cross semivariogram of the natural-log transformed groundwater level of deep aquifer and elevation of wells with spherical model.

5.2. 교차 타당성 분석

교차 타당성 분석(cross validation analysis)은 어떤 표본자료에 대해서 선정된 베리오그램 모델이나 교차 베리오그램 모델의 적합성을 판정하기 위해 실시한다.

Table 7에 교차 타당성 분석 결과 상수들을 정리하였으며, 회귀계수(regression coefficient)는 선형 회귀식을 나타내는 최소자승 모델에 대한 적합성을 나타내는 것이며, 회귀계수가 1.00일 때 완전한 적합성을 가진다. 표준 오차(standard error)는 회귀계수의 표준오차를 나타내며, R^2 은 추정된 적합선에 의하여 설명되는 변동의 비율을 의미한다(Robertson, 2000). 선정된 베리오그램 모델의 적합성을 위해 Fig. 18에 표고 자료에 대한 지수형모델을 선정한 결과의 적합선을, Fig. 19에 천층 지하수위 자료에 대한 지수형모델을 선정한 결과의 적합선을, Fig. 20에는 대수변환한 천층 지하수위 자료에 대한 지수형모델을 선정한 결과의 적합선을 나타내었다. Fig. 21에 심층 지하수위 자료에 대한 구상형모델을 선정한 결과의 적합선을, Fig. 22에는 대수변환한 심층 지하수위 자료에 대한 구상형모델을 선정한 결과의 적합선을 나타내었다. Table 7에서의 회귀계수, R^2 과 Fig. 19, Fig. 20, Fig. 21, Fig. 22에서 보면 천층 지하수위 자료에서 원시 자료보다 대수변환한 자료가 선형 회귀식의 적합성은 좋지만, 추정된 적합선에 의하여 설명되는 변동의 비율은 낮다. 심층 지하수위 자료에서는 원시 자료보다 대수변환한 자료가 선형 회귀식의 적합성도 좋고, 추정된 적합선에 의하여 설명되는 변동의 비율도 높게 나왔다.

선정된 교차 베리오그램 모델의 적합성을 위해 Fig. 23에 천층 지하수위와 표고 자료에 대한 지수형모델을 선정한 결과의 적합선을, Fig. 24에는 대수변환한 천층 지하수위와 표고 자료에 대한 지수형모델을 선정한 결과의 적합선을 나타내었다. Fig. 25에 심층 지하수위와 표고 자료에 대한 구상형모델을 선정한 결과의 적합선을, Fig. 26에는 대수변환한 심층 지하수위와 표고 자료에 대한

구상형모델을 선정한 결과의 적합선을 나타내었다. Table 7에서의 회귀계수, R^2 과 Fig. 23, Fig. 24, Fig. 25, Fig. 26에서 보면 천층 지하수위와 표고 자료에서 원시 자료보다 대수변환한 자료가 선형 회귀식의 적합성은 좋고, 추정된 적합선에 의하여 설명되는 변동의 비율은 낮게 나왔다. 심층 지하수위와 표고 자료에서는 원시 자료보다 대수변환한 자료가 선형 회귀식의 적합성도 좋은 것으로, 추정된 적합선에 의하여 설명되는 변동의 비율도 높은 것으로 나타났다. 교차 타당성 분석 결과 선정된 베리오그램 모델들이나 교차 베리오그램 모델들이 적합하게 선정되었음을 알 수 있었다.

Table 7. Cross validation analysis for selected variogram models and cross variogram models

Variable \ Parameters	Model	Regression coefficient	Standard error	R ²	Intercept
Elevation of wells in shallow and deep aquifers	Exponential	1.024	0.018	0.869	-0.357
Groundwater level of shallow aquifer	Exponential	1.047	0.023	0.929	-0.307
Natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer	Exponential	1.010	0.044	0.771	0.035
Groundwater level of deep aquifer	Spherical	1.027	0.024	0.839	-0.873
Natural-log transformed groundwater level of deep aquifer	Spherical	1.007	0.016	0.917	-0.007
Groundwater level of shallow aquifer and elevation of wells	Exponential	1.041	0.023	0.931	-0.185
Natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer and elevation of wells	Exponential	0.960	0.037	0.811	0.143
Groundwater level of deep aquifer and elevation of wells	Spherical	1.013	0.024	0.843	-0.100
Natural-log transformed groundwater level of deep aquifer and elevation of wells	Spherical	0.990	0.017	0.910	0.035

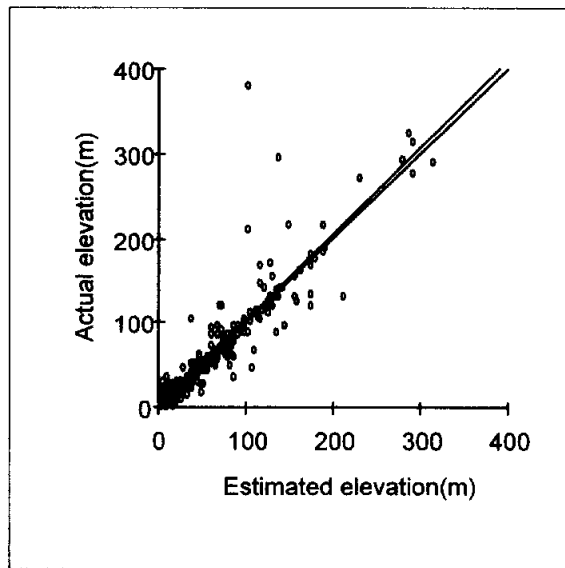


Fig. 18. Linear regression of the elevation of wells in shallow and deep aquifers with exponential model.

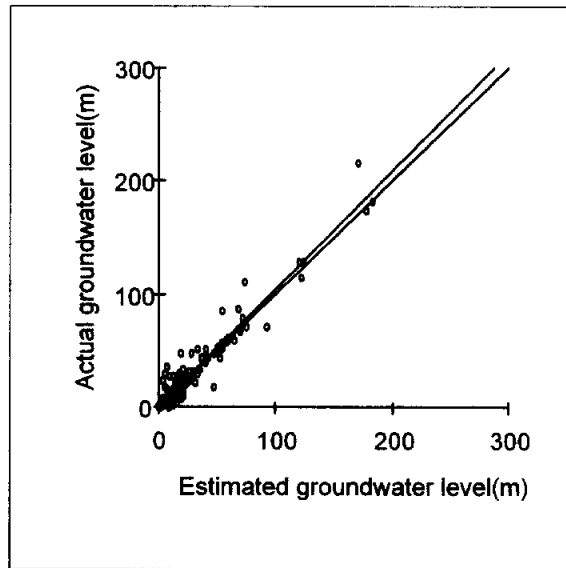


Fig. 19. Linear regression of the groundwater level of shallow aquifer with exponential model.

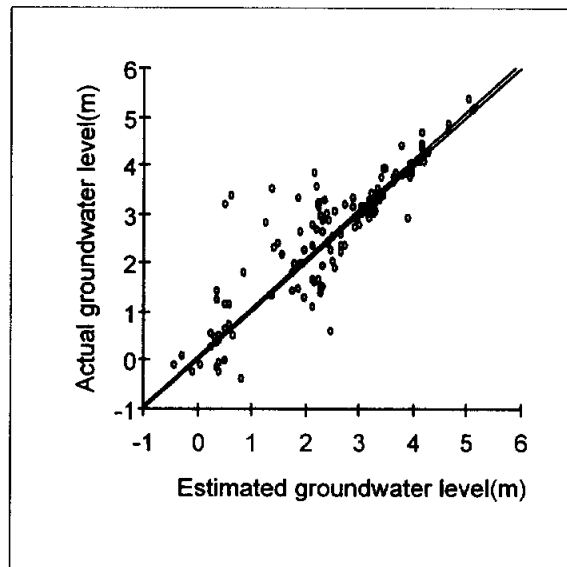


Fig. 20. Linear regression of the natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer with exponential model.

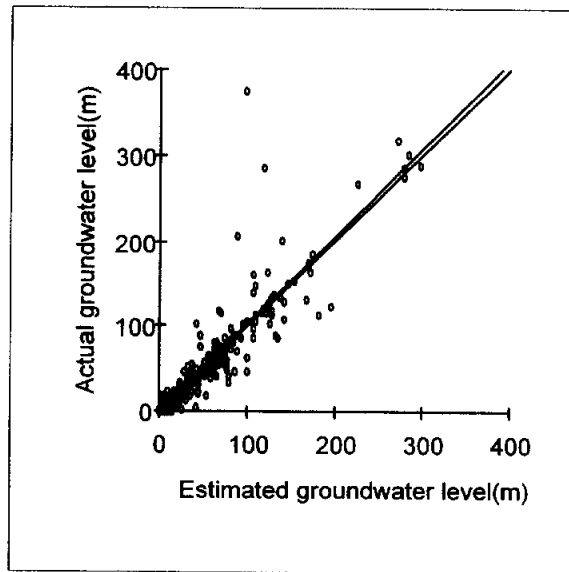


Fig. 21. Linear regression of the groundwater level of deep aquifer with spherical model.

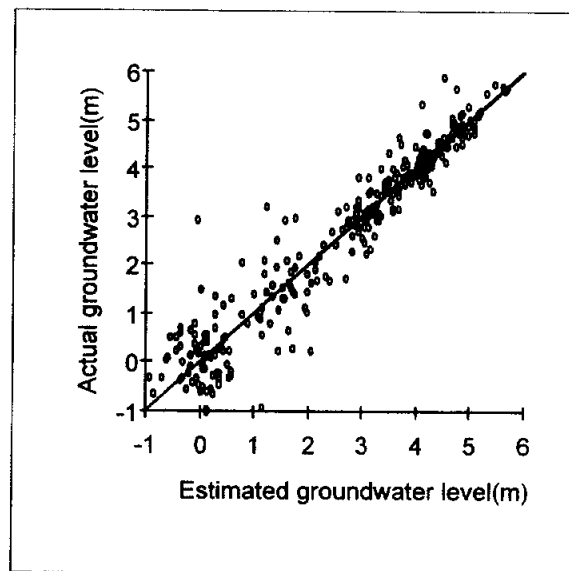


Fig. 22. Linear regression of the natural-log transformed groundwater level of deep aquifer with spherical model.

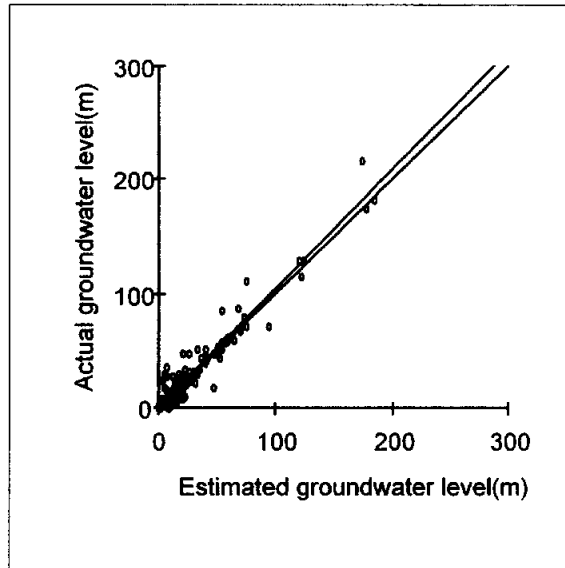


Fig. 23. Linear regression of between the groundwater level of shallow aquifer and elevation of wells with exponential model.

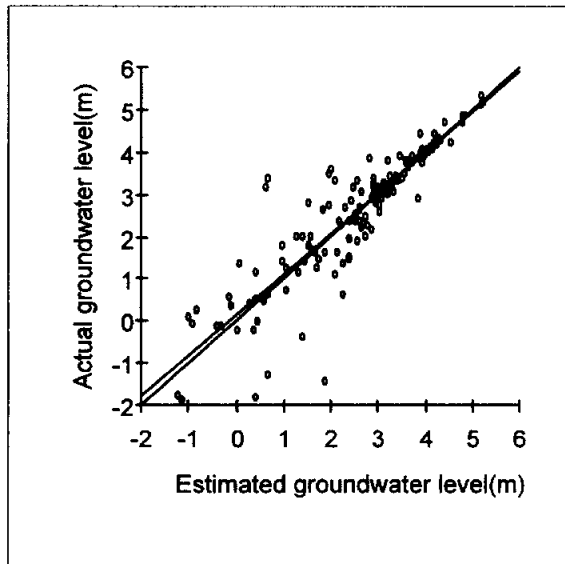


Fig. 24. Linear regression of between the natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer and elevation of wells with exponential model.

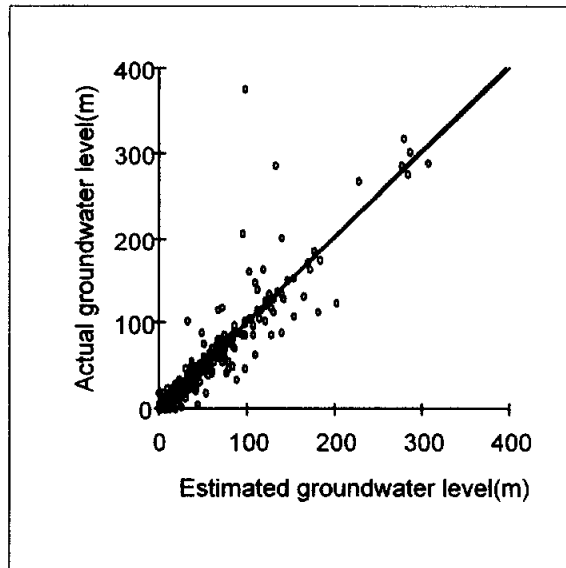


Fig. 25. Linear regression of between the groundwater level of deep aquifer and elevation of wells with exponential model.

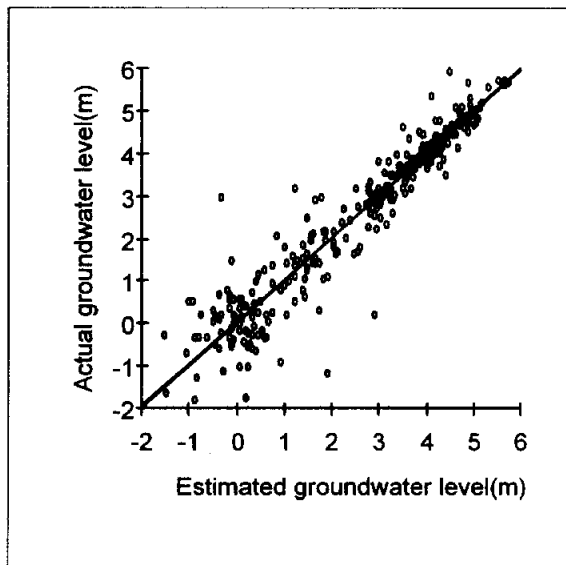


Fig. 26. Linear regression of between the natural-log transformed groundwater level of deep aquifer and elevation of wells with exponential model.

5.3. 표고 및 지하수위 등고선도

연구지역의 천층 및 심층 지하수위 등고선도를 지형의 분포와 비교하기 위하여 먼저 천층 및 심층 지하수공이 위치한 지점의 표고 자료를 정규크리깅을 이용하여 지형 등고선도를 작성하였다. Fig. 27은 천층 및 심층 지하수공의 표고 자료 분포도를 나타내고 있는데 전체적으로 볼 때 자료의 분포가 좋으나 단장면의 동쪽 지역이나 산내면의 동쪽 지역 등에 자료가 부족함을 알 수 있다. Fig. 28의 정규크리깅에 의해 작성된 지형 등고선도에 의하면 연구지역 전체적으로는 중심부인 밀양시를 기준으로 남쪽 지역으로의 지형 등고선이 가장 낮게 형성되어 있으며, 삼랑진읍과 단장면의 경계지역, 상남면과 초동면의 경계지역, 산외면과 상동면의 경계지역과 산내면과 상동면의 경계지역 등이 지형 등고선이 높게 나타났다. Fig. 29에 지형의 3-D 표면도를 도시하였다. Fig. 30은 천층 지하수위 자료의 분포도를 나타내고 있는데, 자료의 분포를 보면 지하수위 자료가 집중된 지역들이 많고, 자료가 없는 지역들이 많음을 알 수 있다. Fig. 31은 정규크리깅에 의한 천층 지하수위 등고선도를 나타내고 있고, Fig. 32는 천층 지하수위 자료를 대수변환한 정규크리깅에 의한 등고선도를 나타낸다. Fig. 31과 Fig. 32를 서로 비교해보면 자료를 대수변환한 지하수위 등고선도에서 지하수위의 추정치가 대체로 낮게 나옴을 알 수 있었다. Fig. 28의 지형 등고선도와 비교하면 지형 등고선이 높게 나오는 지역들은 지하수위 등고선이 그대로 반영하지 못하지만, 지형 등고선이 낮게 나오는 지역들에 있어서는 지하수위 등고선도 낮게 나왔다. Fig. 33에 천층 지하수위의 3-D 표면도를, Fig. 34에 자료를 대수변환한 천층 지하수위의 3-D 표면도를 나타내었다. Fig. 35는 심층 지하수위 자료의 분포도를 나타내고 있다. Fig. 30의 천층 지하수위 자료의 분포도와 마찬가지로 심층 지하수위 자료가 집중된 지역들이 있지만, 자료의 분포는 좋은 것으로 나타났다. Fig. 36은 정규크리깅에 의한 심층 지하수위 등고선도를, Fig. 37은 심층 지하수위 자료를 대수변환한 정규크리깅을 이용한 등고

선도를 나타내고 있다. Fig. 36과 Fig. 37을 비교해보면 심층 지하수위 자료를 대수변환한 지하수위 등고선도에서 지하수위의 추정치가 대체로 낮게 나옴을 알 수 있었다. Fig. 28의 지형 등고선도와 비교해보면 지형 등고선이나 심층 지하수위 등고선이 거의 유사하게 나타났다. Fig. 38은 심층 지하수위의 3-D 표면도를, Fig. 39는 자료를 대수변환한 심층 지하수위의 3-D 표면도를 나타내고 있다.

정규크리깅에 의해 작성된 대수층별 지하수위 등고선도를 보면 천층 지하수위와 심층 지하수위 분포가 다른 양상을 보였는데, 그 이유는 천층 지하수위는 지하수면(groundwater table)을 나타내고, 심층 지하수위는 대체로 피압면(piezometric surface)을 나타내기 때문이다. 또한 심층 지하수위 현장자료는 연구지역 전역에 비교적 고루 분포하고 있으나, 천층 지하수위 자료는 삼랑진읍과 단장면의 경계지역, 상남면과 초동면의 경계지역, 산외면과 상동면의 경계지역과 산내면과 상동면의 경계지역 등에서의 지하수위 자료가 부족한 편이다. 이러한 지역들은 표고가 높은 지역들이고, 천층 지하수공의 개발이 미비한 실정이어서 현실적으로 지하수위 자료들의 획득이 어려운 지역이다. 따라서, 이 지역에서 천층 지하수위는 다른 지역에서의 표고와 지하수위의 상관성에 비해 상대적으로 낮게 형성되어 있어 현실적인 지하수위 등고선도를 나타내지 못한 것으로 분석되었다.

Fig. 40은 천층 지하수공의 표고와 지하수위 자료를 동시에 이용하는 코크리깅에 의해 작성된 천층 지하수위의 등고선도이고, Fig. 41은 표고와 지하수위 자료를 대수변환한 코크리깅에 의해 작성된 등고선도이다. Fig. 40과 Fig. 41을 서로 비교해보면 거의 유사한 지하수위 분포도를 나타내지만, 실제 측정된 지점의 지하수위 자료와 대응시켜 비교해보면 원시 천층 지하수위 자료가 좀 더 정밀한 지하수위 등고선 형태를 보였다. Fig. 31의 정규크리깅에 의한 천층 지하수위 등고선도와 비교해보면 표고의 영향을 받아 일부 지역에서 지하수위 등고선의 형태가 다르게 나타남을 알 수 있었다. Fig. 42는 코크리깅에 의한 천층 지하수위의 3-D 표면도를 나타내고, Fig. 43은 코크리깅에 의한 자료를 대수변

환한 천층 지하수위의 3-D 표면도를 나타내고 있다. Fig. 44는 심층 지하수공의 표고와 지하수위를 동시에 이용하는 코크리깅에 의해 작성된 심층 지하수위의 등고선도를 나타내고, Fig. 45는 심층 지하수위 자료를 대수변환한 코크리깅에 의해 작성된 등고선을 나타내고 있다. 코크리깅을 이용해 천층 지하수위 자료를 대수변환 하지 않았을 때와 대수변환 하여 작성된 지하수위 등고선도가 거의 유사한 분포 형태를 보였듯이, 심층 지하수위 자료도 대수변환 하지 않았을 때와 대수변환 하였을 때 작성된 등고선도를 보면 거의 유사한 분포 형태를 보였다. 역시 실제 측정된 지점의 지하수위 자료와 대응시켜 비교해보면 원시 심층 지하수위 자료가 좀 더 정밀한 지하수위 등고선 형태를 보였고, 표고가 높은 지역에서 지하수위 추정치도 높게 나옴을 알 수 있었다. Fig. 46은 코크리깅에 의한 심층 지하수위의 3-D 표면도를 나타내고, Fig. 47은 심층 지하수위를 대수변환한 3-D 표면도를 나타내고 있다.

결론적으로 정규크리깅이나 코크리깅을 이용하여 작성된 대수층별 지하수위 등고선도에서 등고선의 분포는 대체로 비슷하지만, 코크리깅에 의해 작성된 지하수위 등고선도가 정규크리깅에 의한 지하수위 등고선도보다 더 정밀한 것으로 나타났다. 이것은 원시 자료뿐만 아니라 대수변환한 자료를 이용한 지하수위 등고선도에서도 같은 결과가 도출되었다. 그리고 대수변환한 자료가 정규분포를 이루지만, 지하수위 등고선도에서는 원시 자료를 이용하여 작성된 지하수위 등고선도가 대수변환한 자료를 이용한 지하수위 등고선도 보다 연구지역의 실제 현장에 더 가깝게 나타났다.

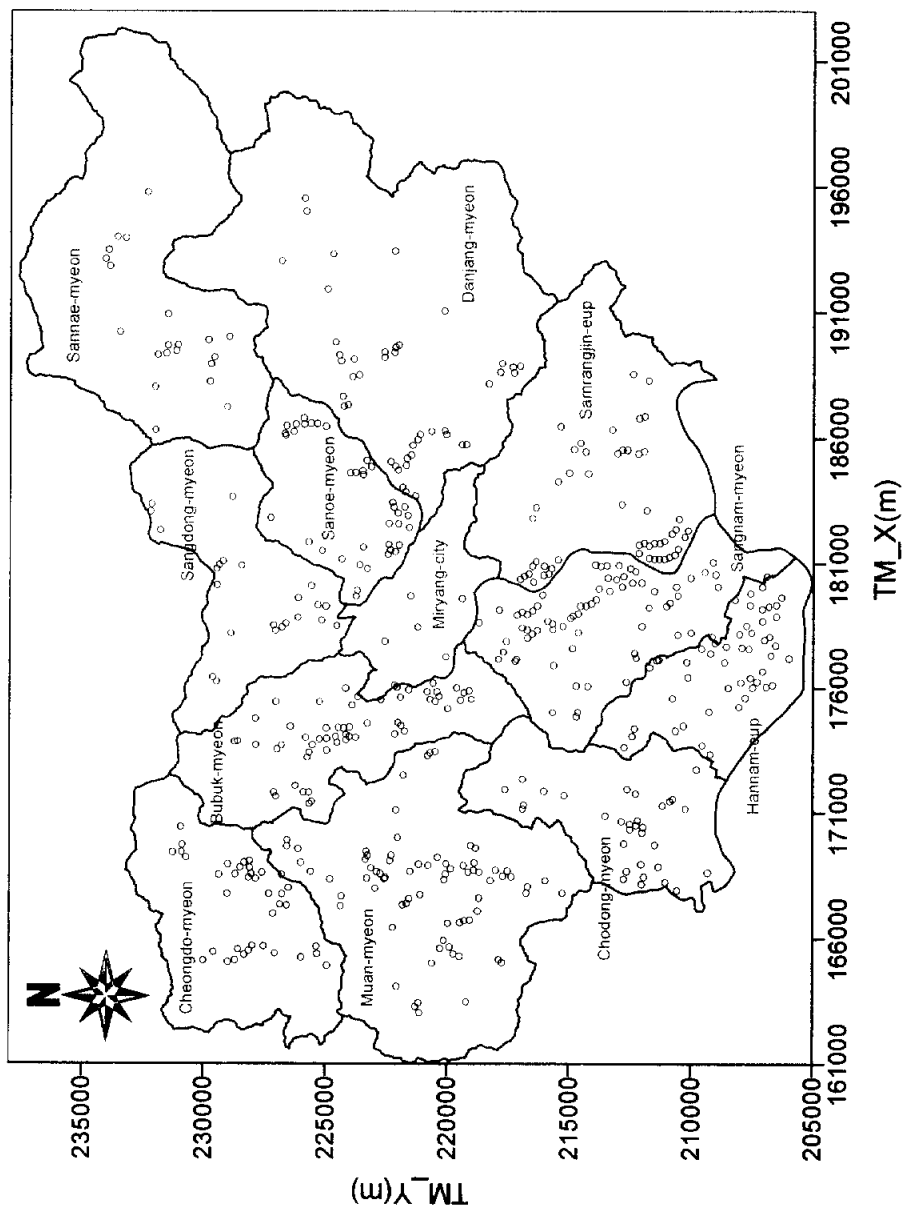


Fig. 27. Distribution map of the elevation data of wells in shallow and deep aquifers.

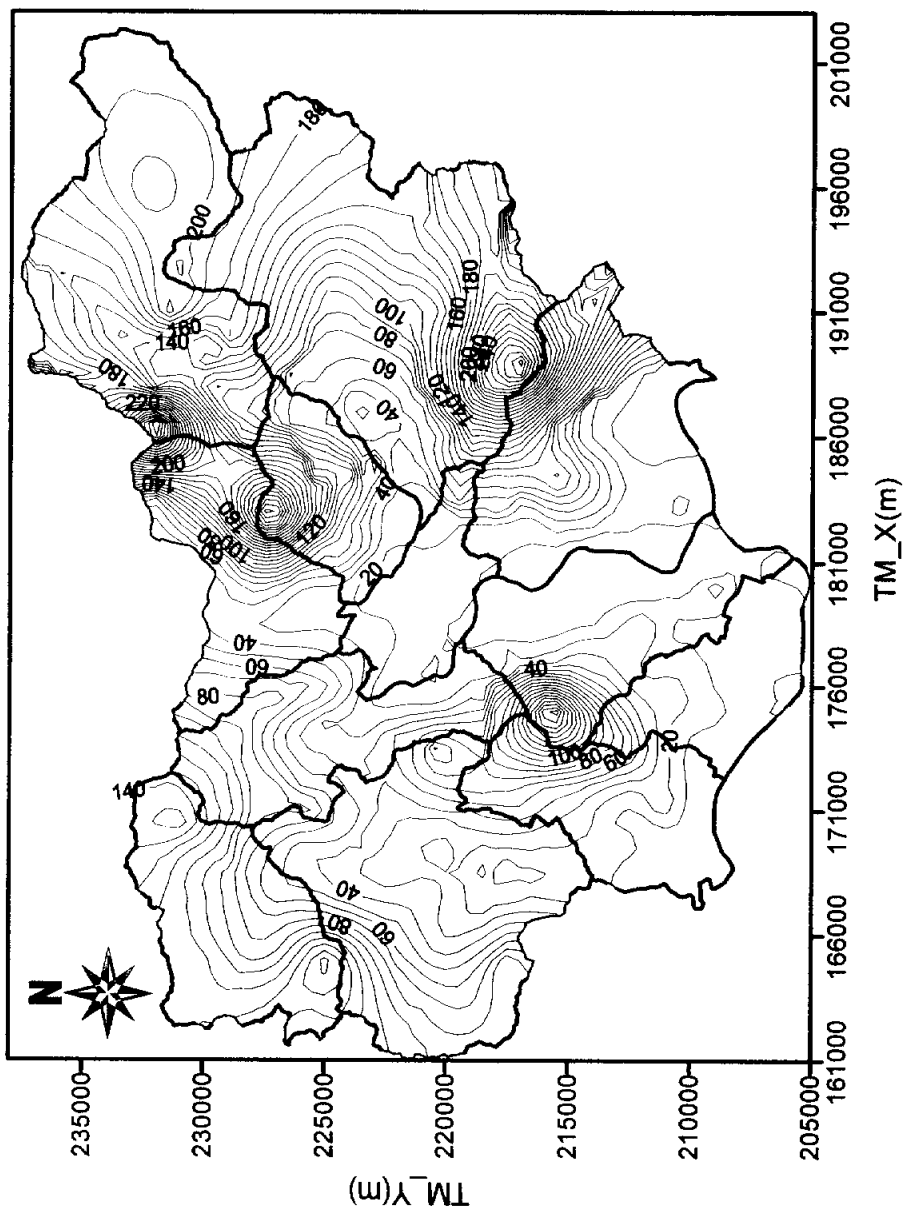


Fig. 28. Contour map of the elevation of wells in shallow and deep aquifers using ordinary kriging.

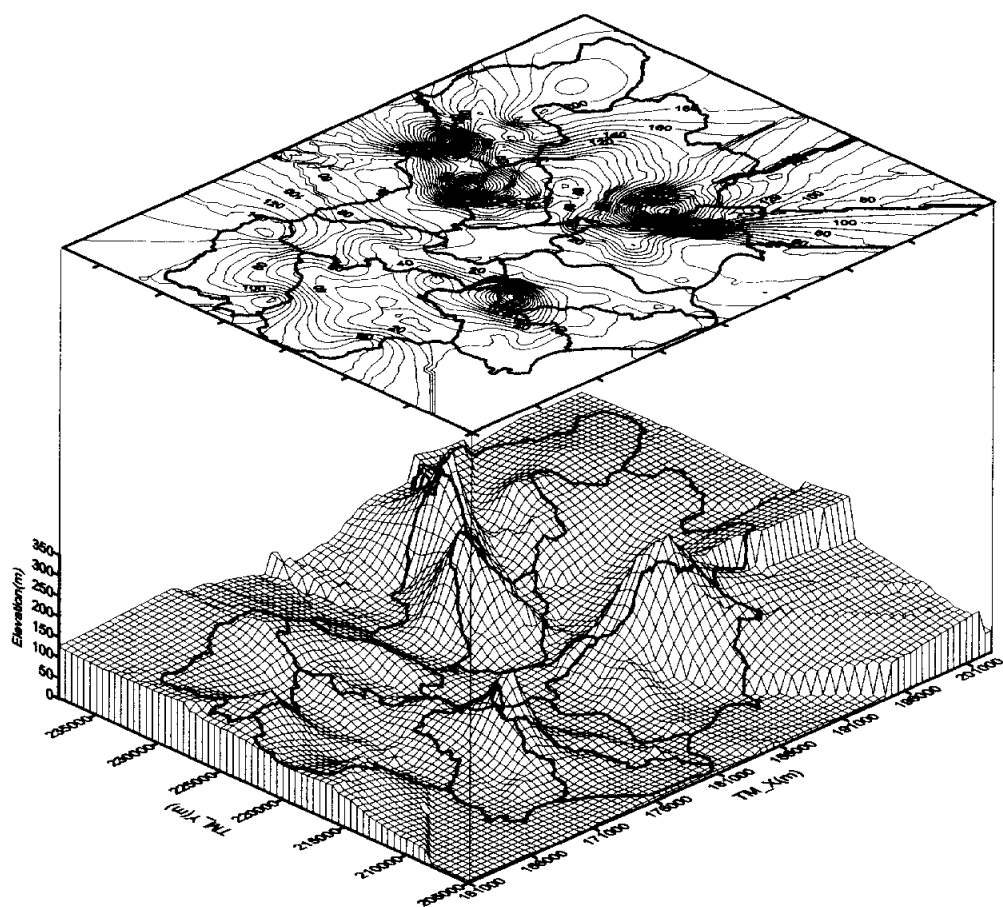


Fig. 29. 3-D surface map of the elevation of wells in shallow and deep aquifers using ordinary kriging.

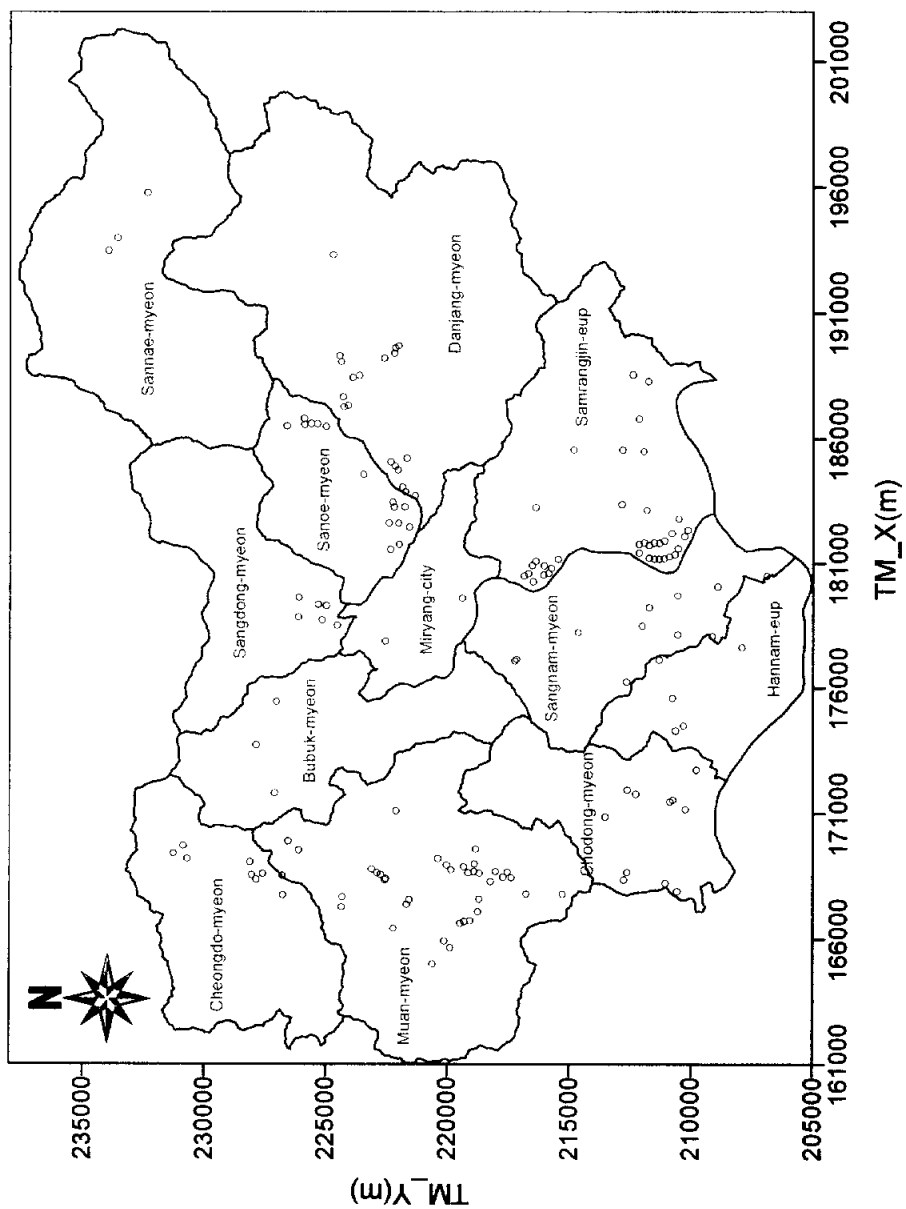


Fig. 30. Distribution map of the groundwater level data of shallow aquifer.

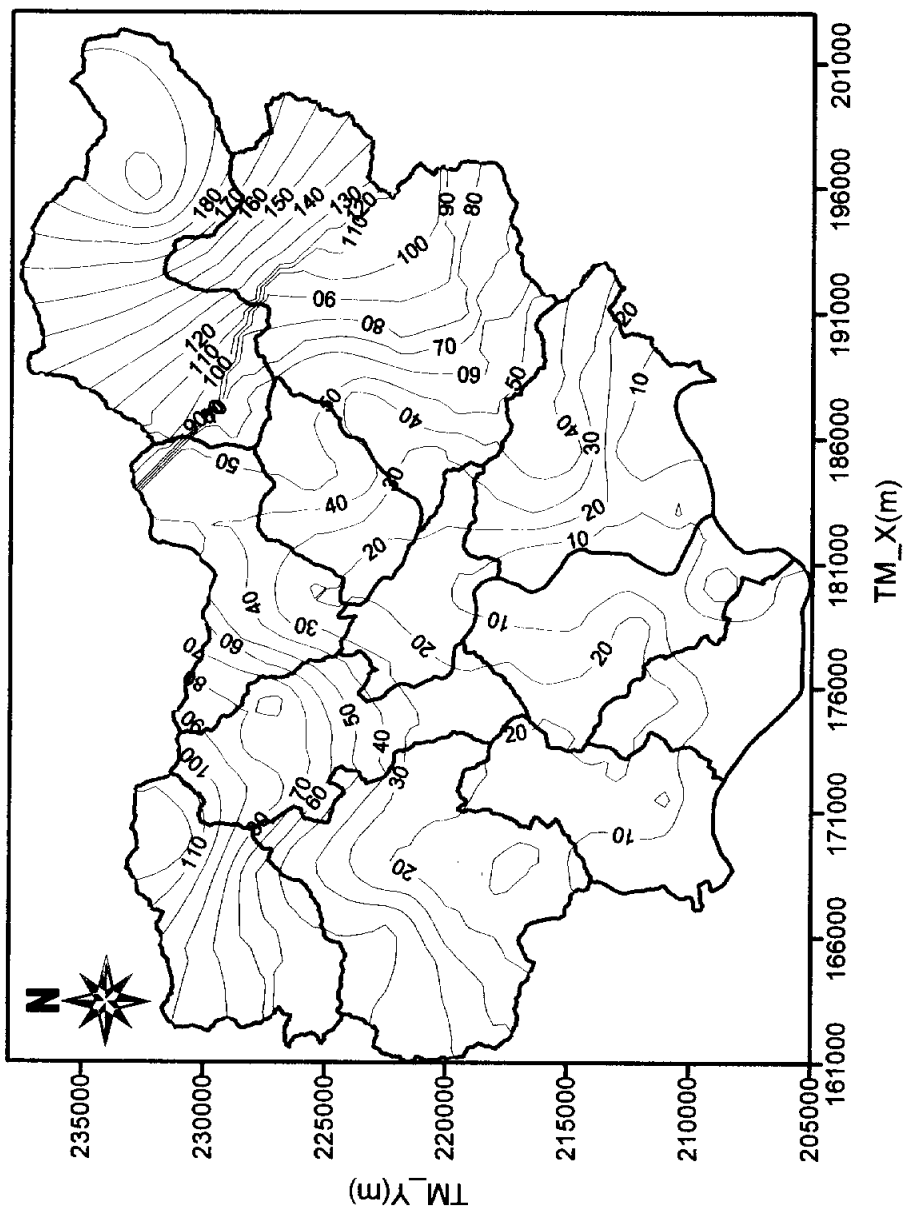


Fig. 31. Contour map of the groundwater level of shallow aquifer using ordinary kriging.

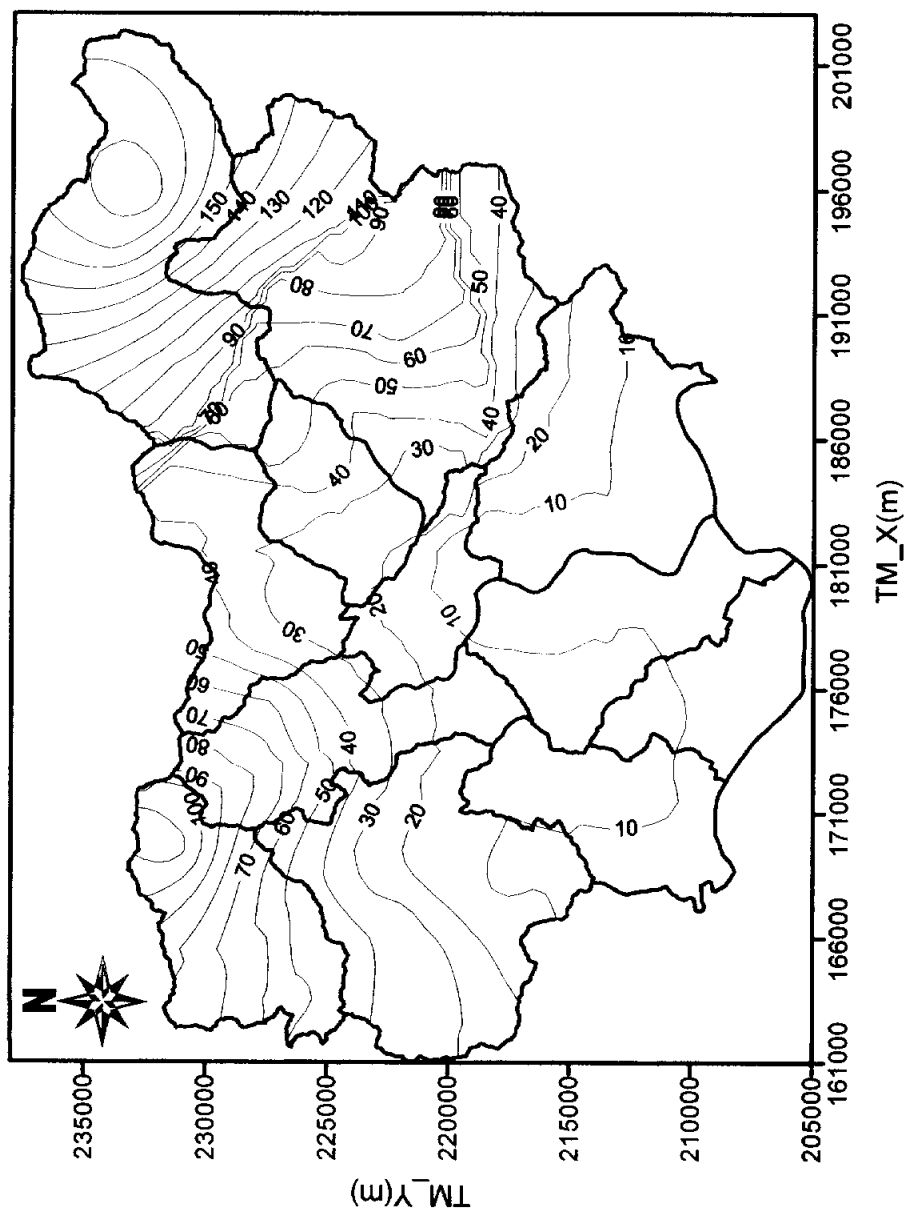


Fig. 32. Contour map of the natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer using ordinary kriging.

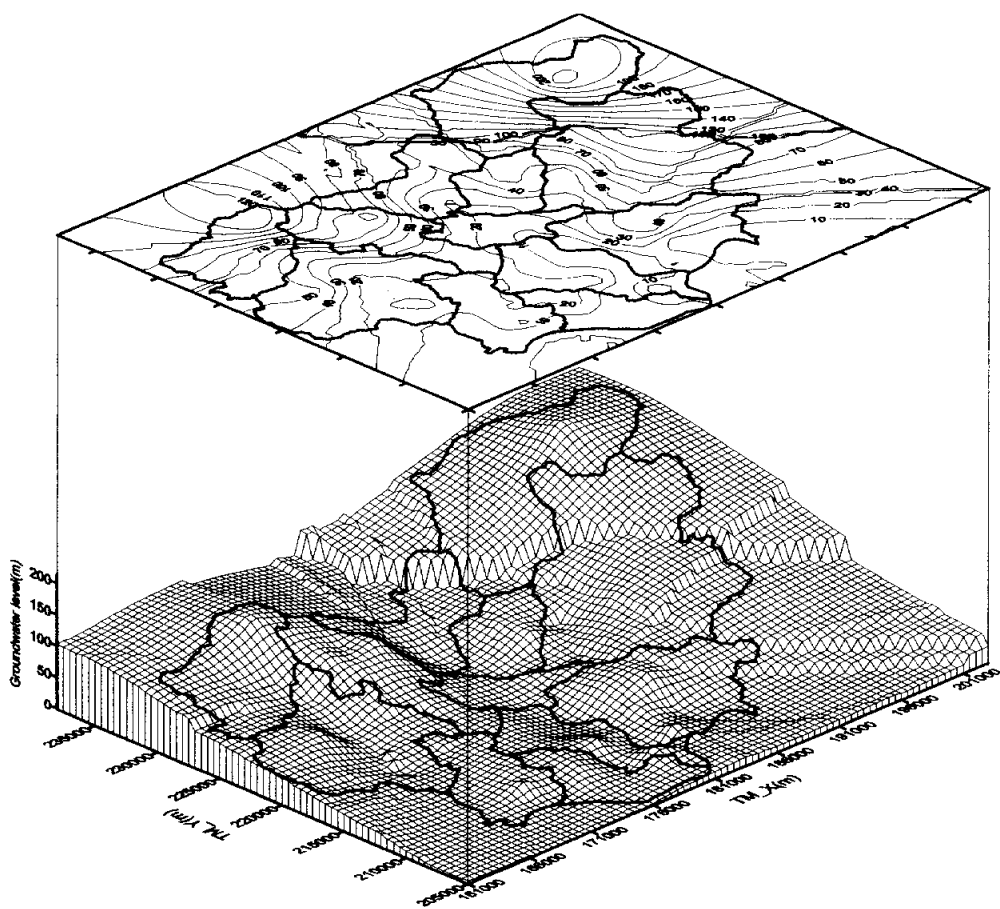


Fig. 33. 3-D surface map of the groundwater level of shallow aquifer using ordinary kriging.

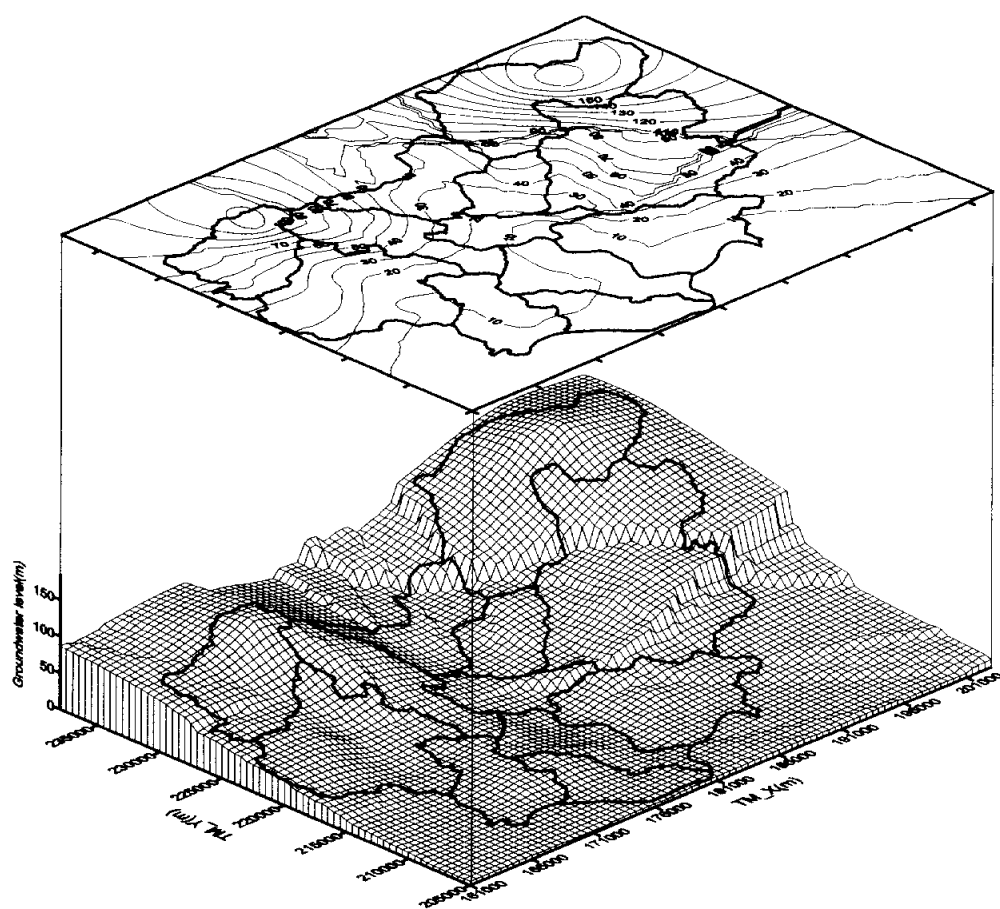


Fig. 34. 3-D surface map of the natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer using ordinary kriging.

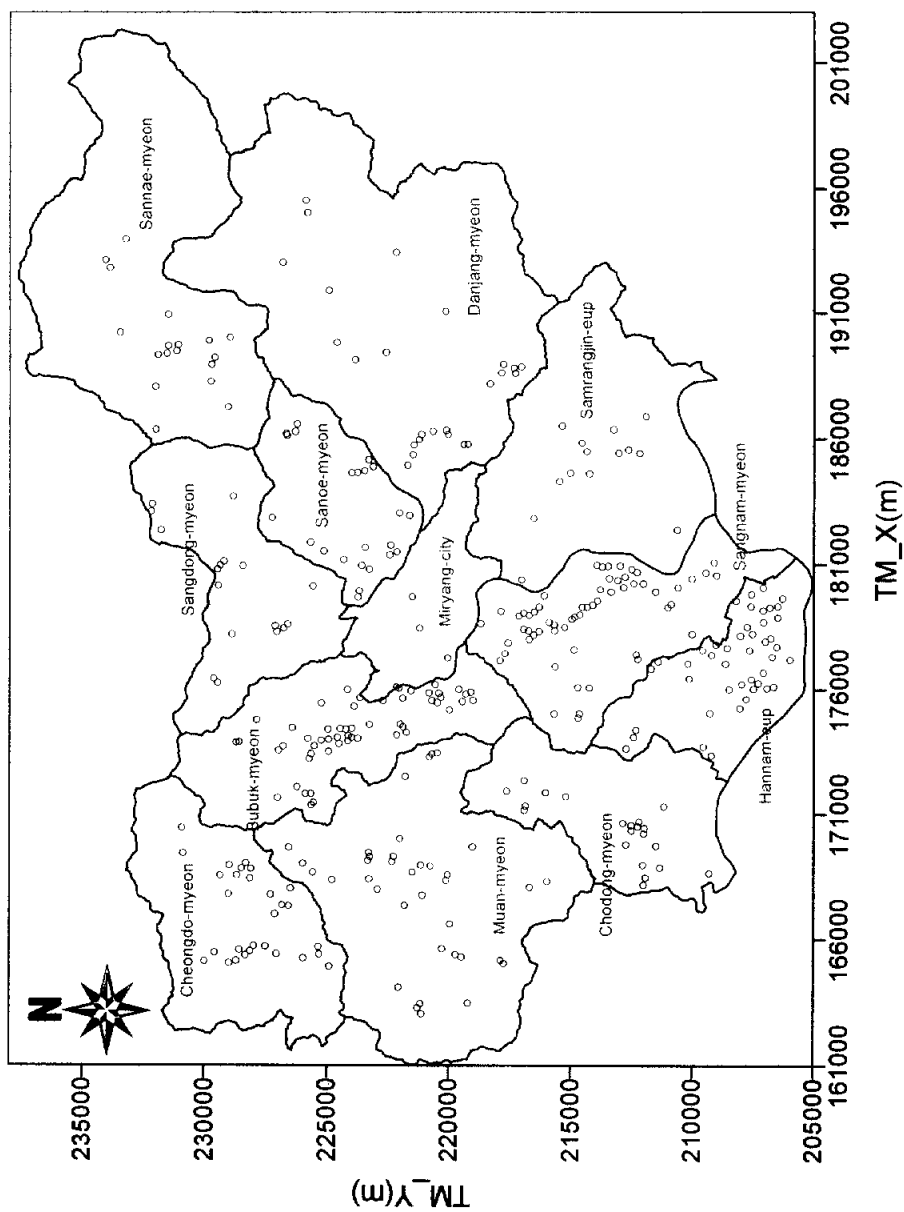


Fig. 35. Distribution map of the groundwater level data of deep aquifer.

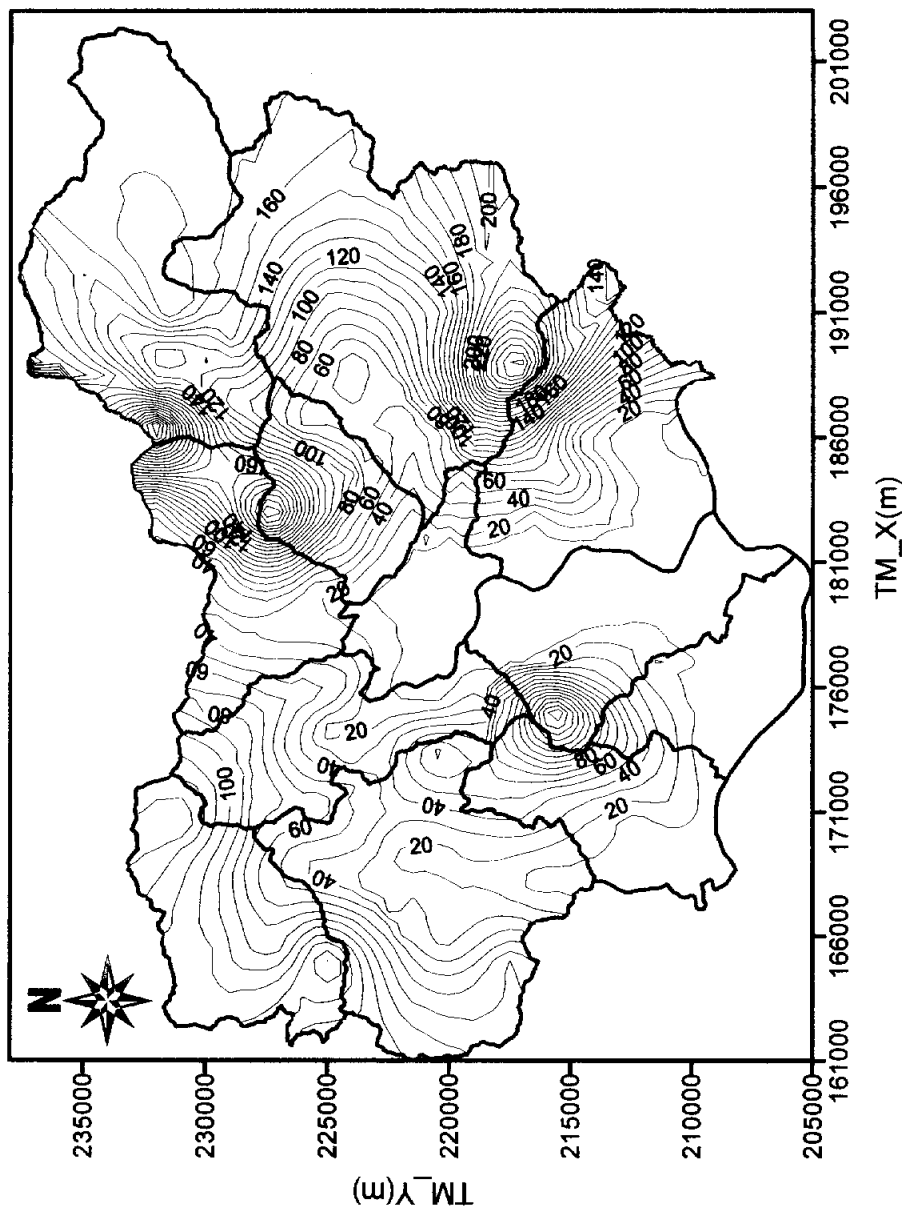


Fig. 36. Contour map of the groundwater level of deep aquifer using ordinary kriging.

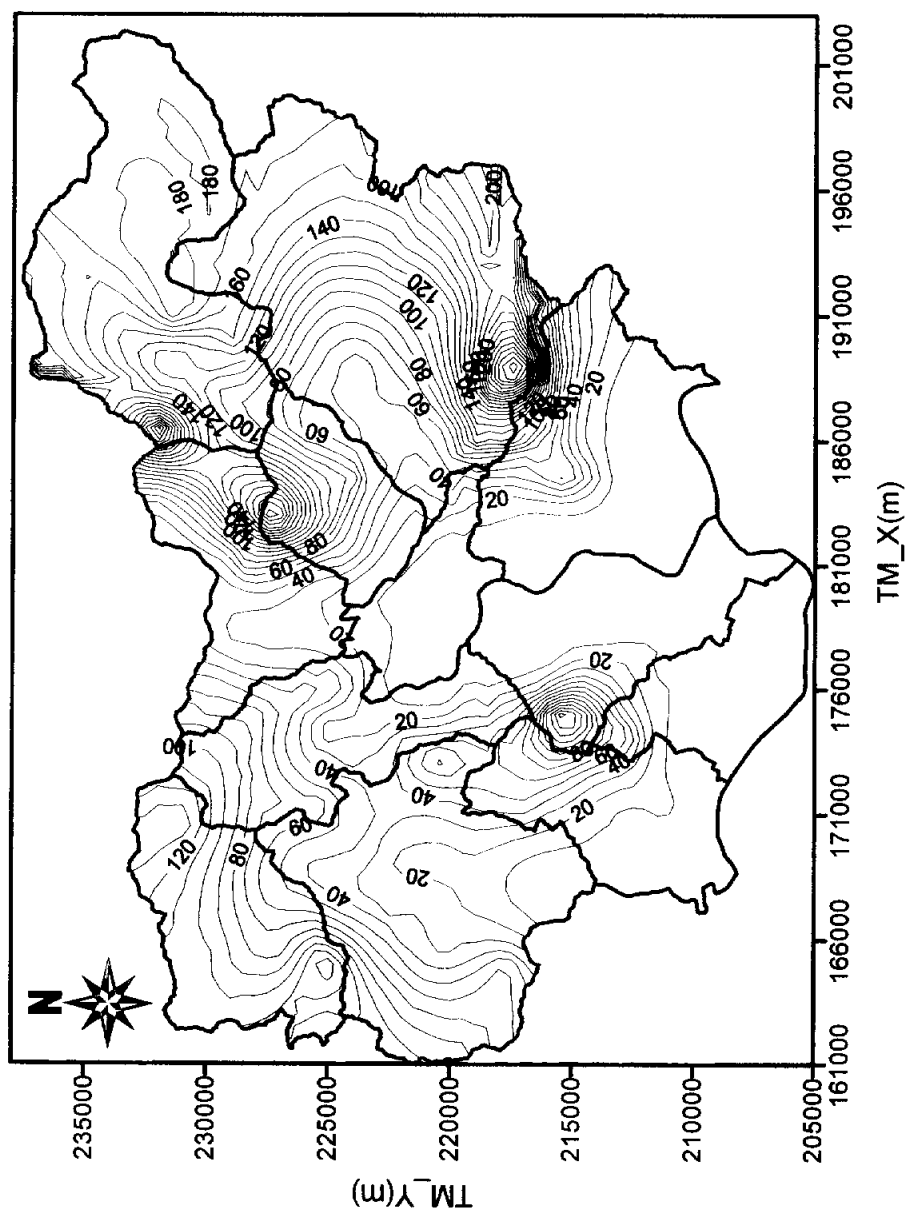


Fig. 37. Contour map of the natural-log transformed groundwater level of deep aquifer using ordinary kriging.

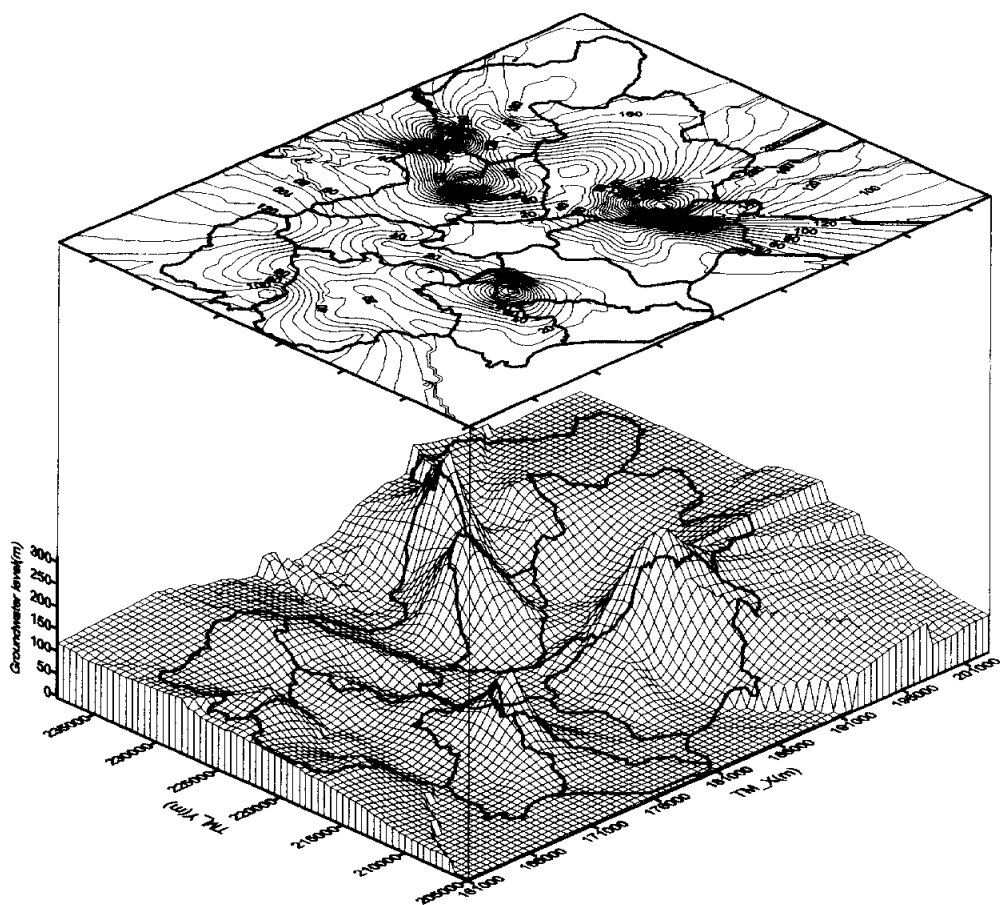


Fig. 38. 3-D surface map of the groundwater level of deep aquifer using ordinary kriging.

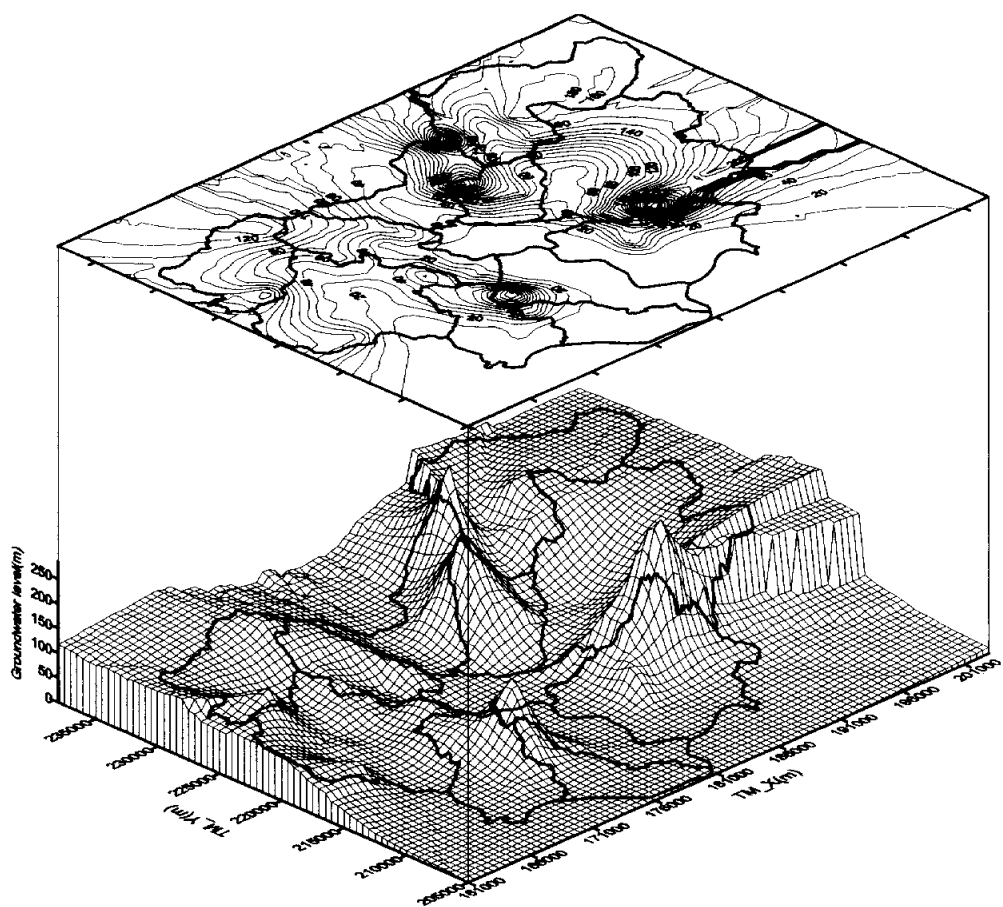


Fig. 39. 3-D surface map of the natural-log transformed groundwater level of deep aquifer using ordinary kriging.

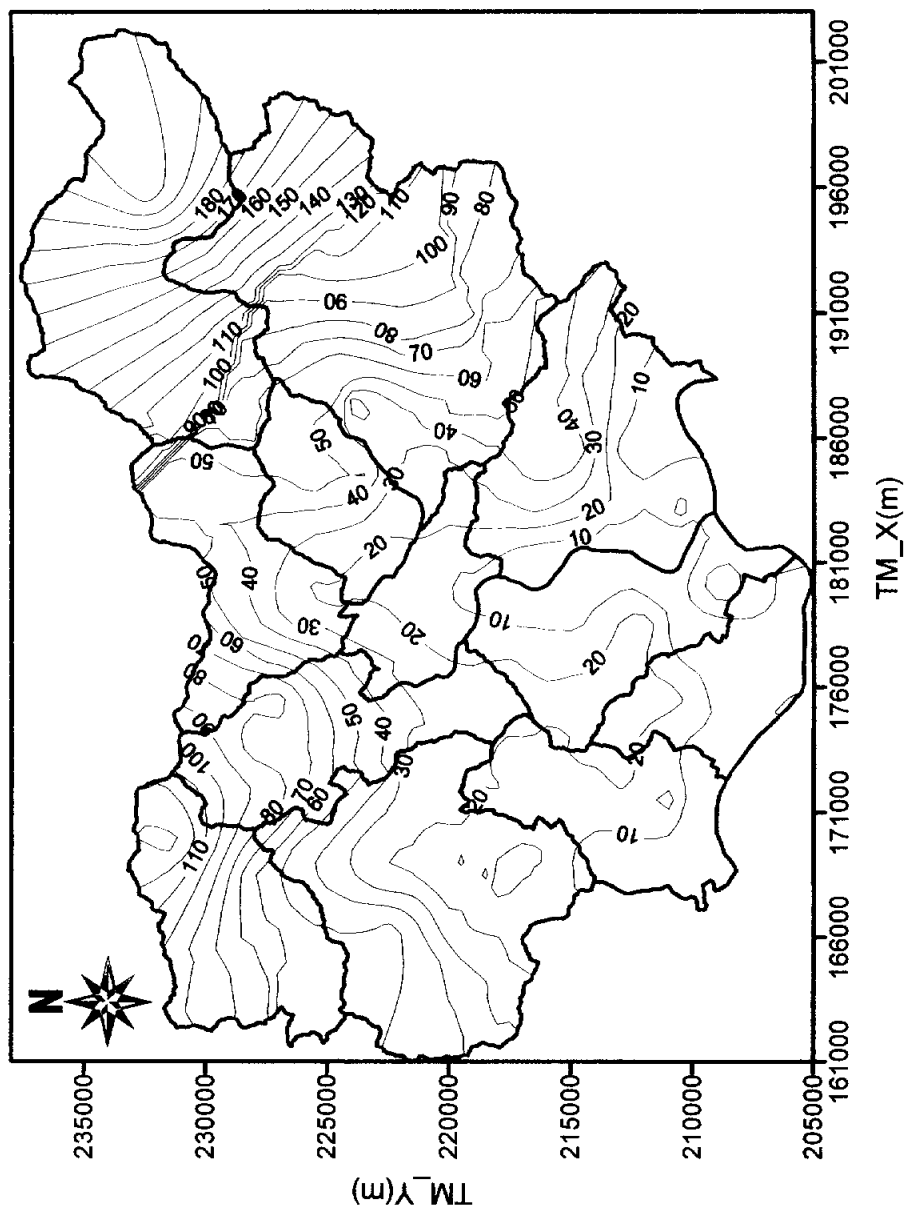


Fig. 40. Contour map of the groundwater level of shallow aquifer using cokriging.

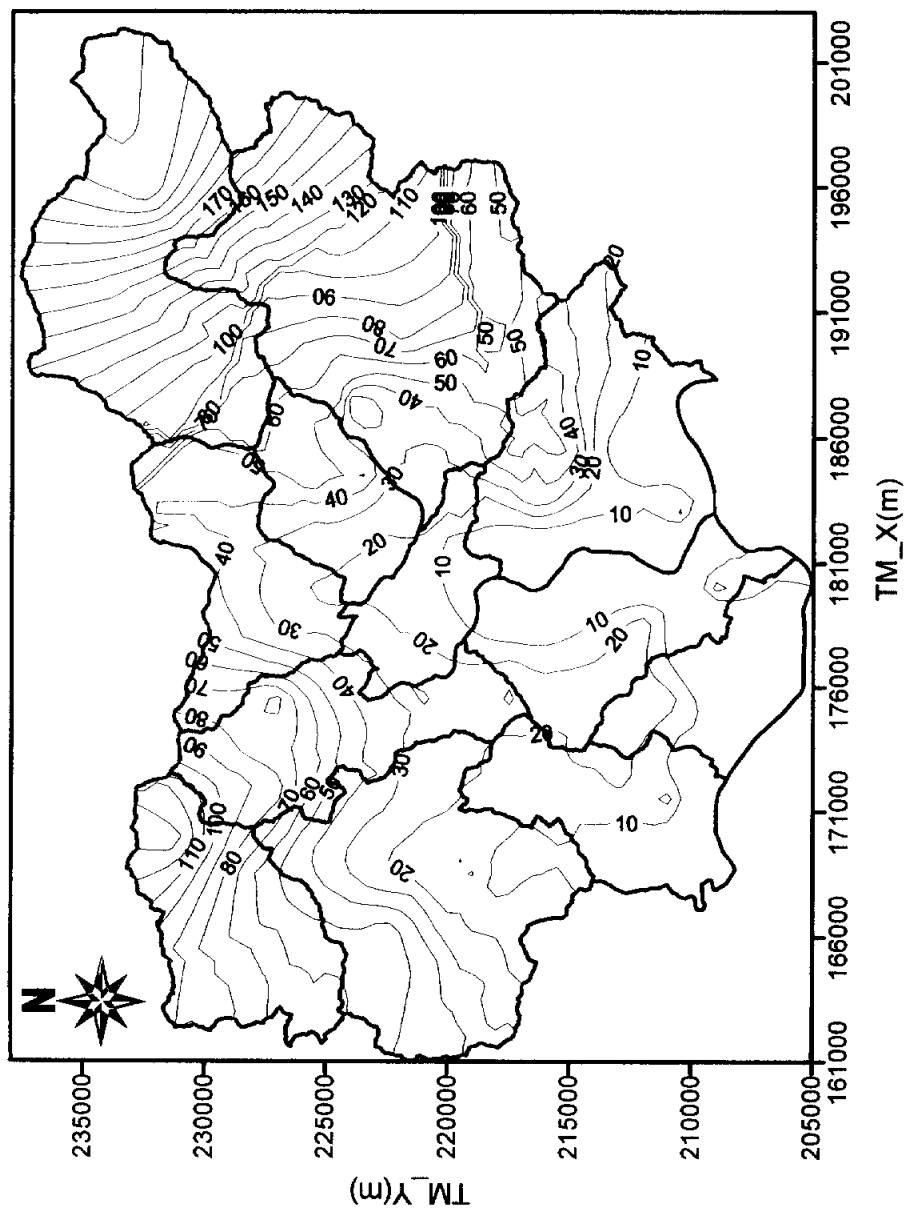


Fig. 41. Contour map of the natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer using cokriging.

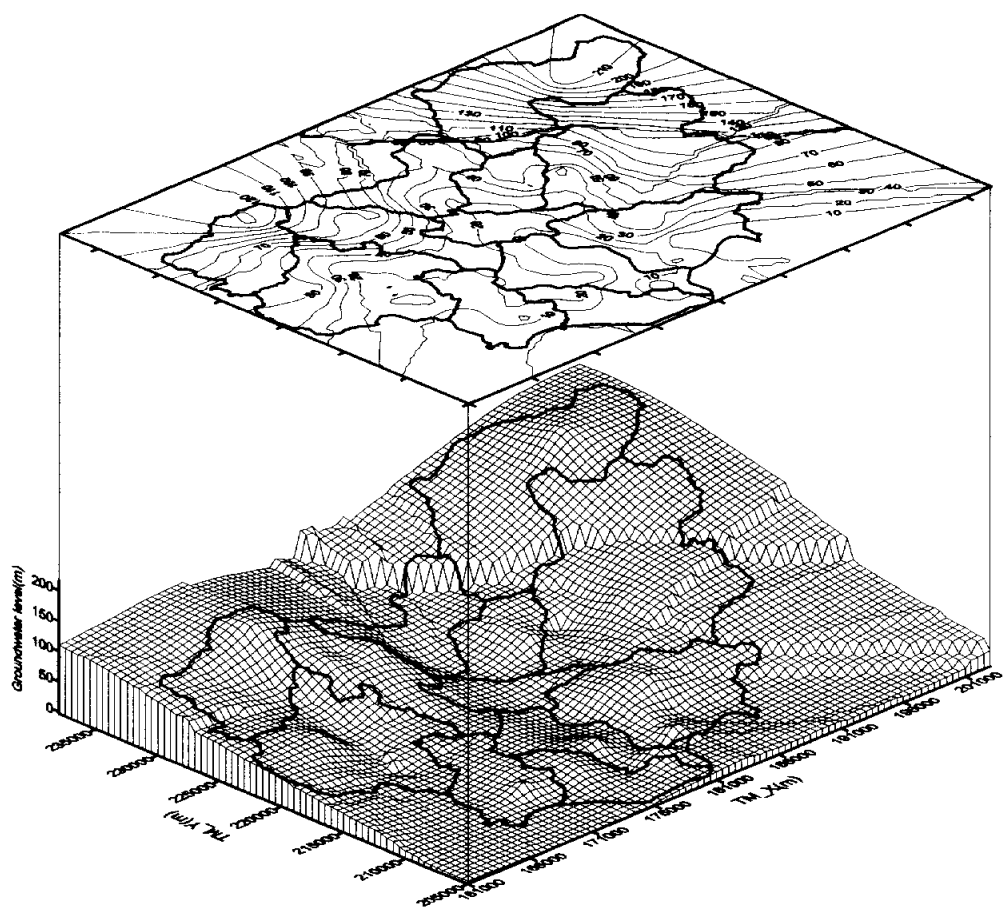


Fig. 42. 3-D surface map of the groundwater level of shallow aquifer using cokriging.

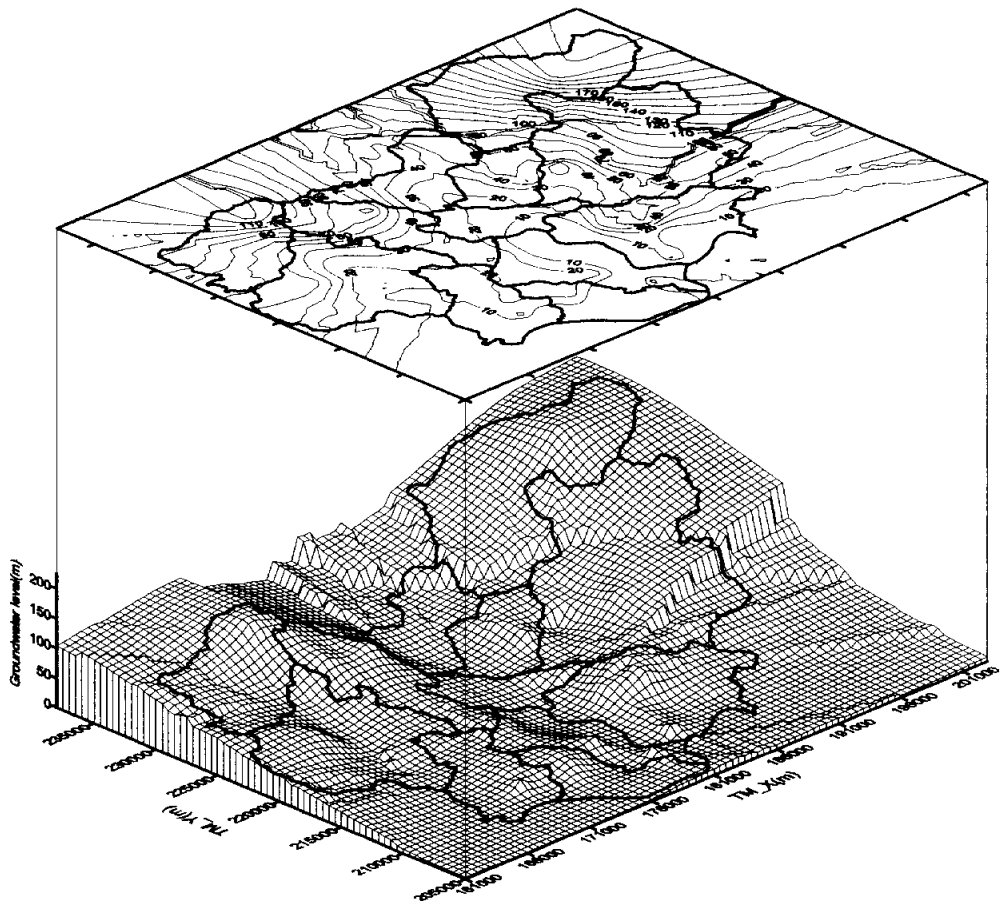


Fig. 43. 3-D surface map of the natural-log transformed groundwater level of shallow aquifer using cokriging.

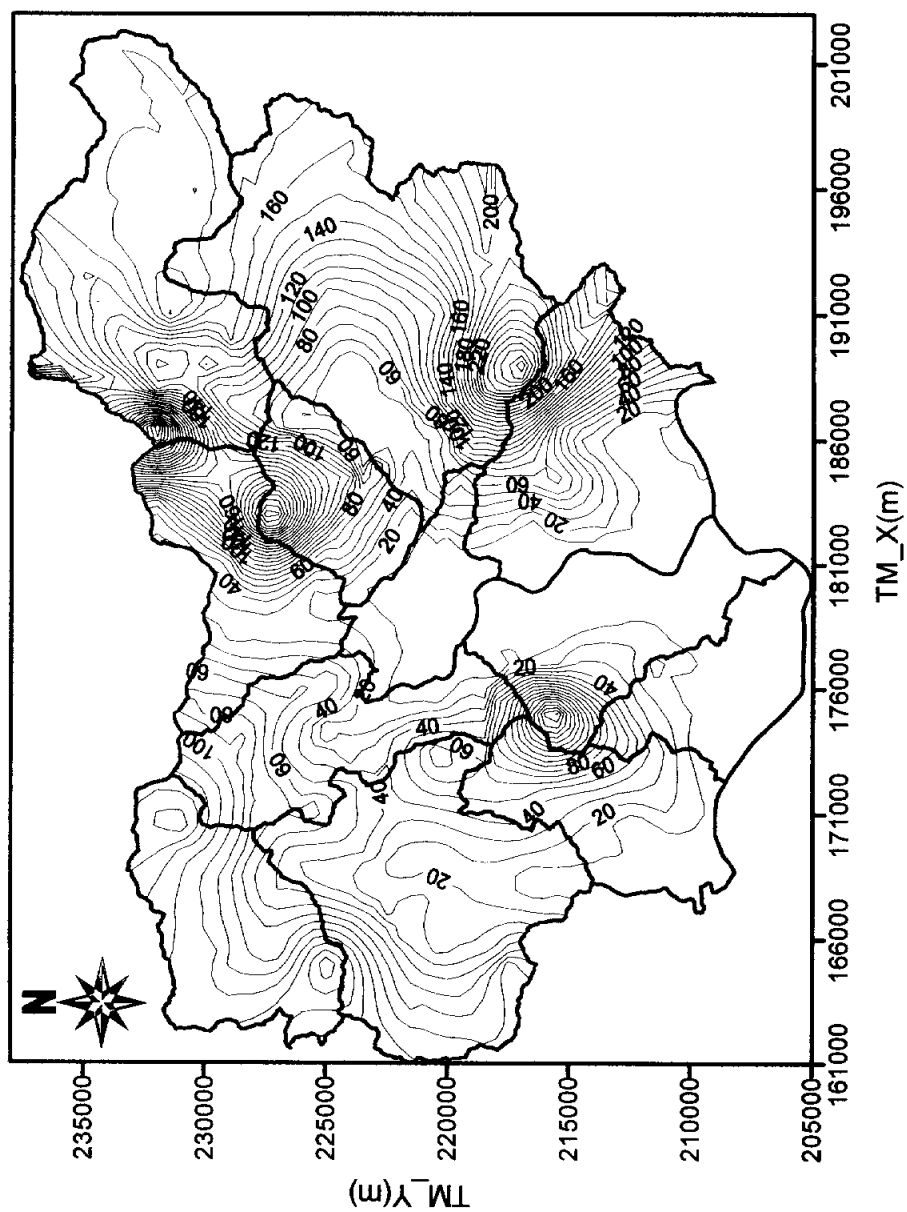


Fig. 44. Contour map of the groundwater level of deep aquifer using cokriging.

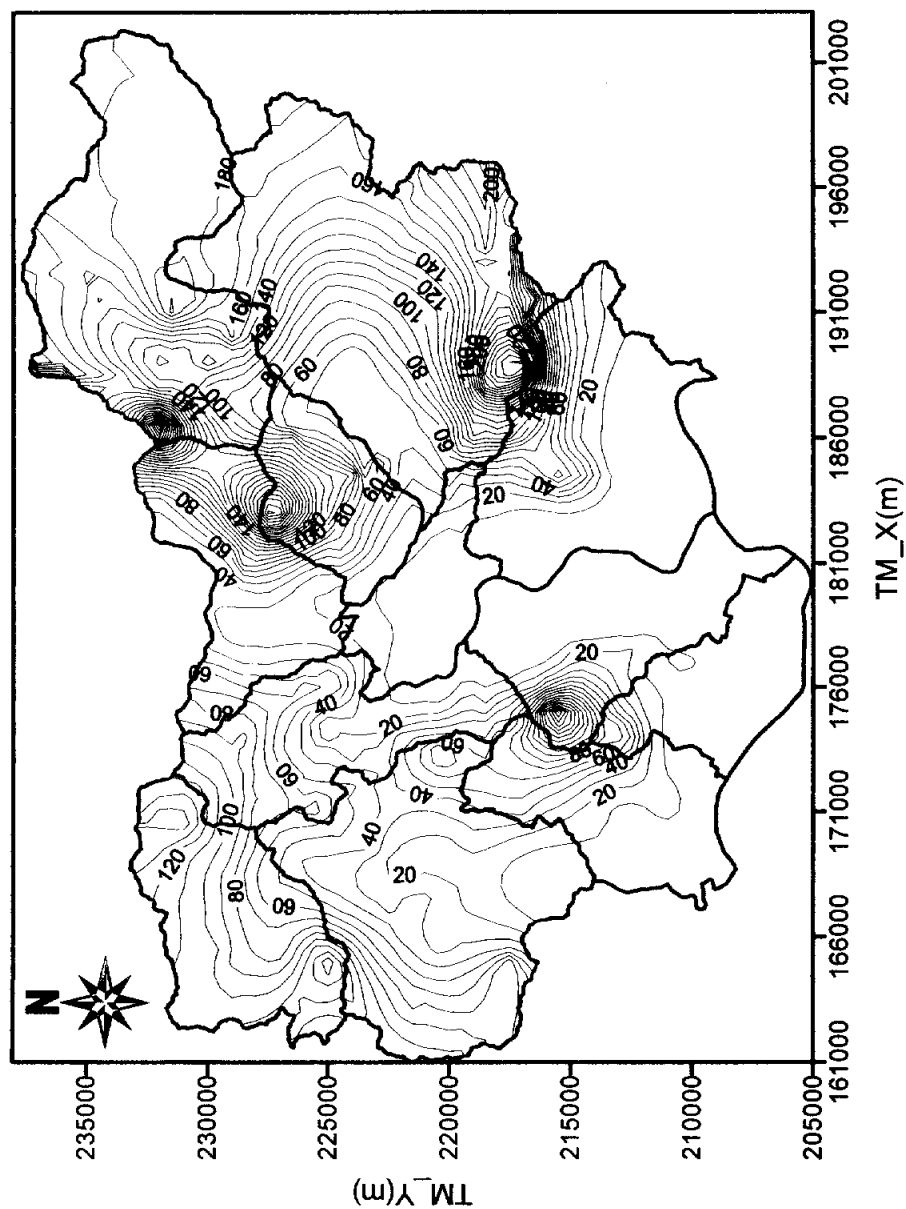


Fig. 45. Contour map of the natural-log transformed groundwater level of deep aquifer using cokriging.

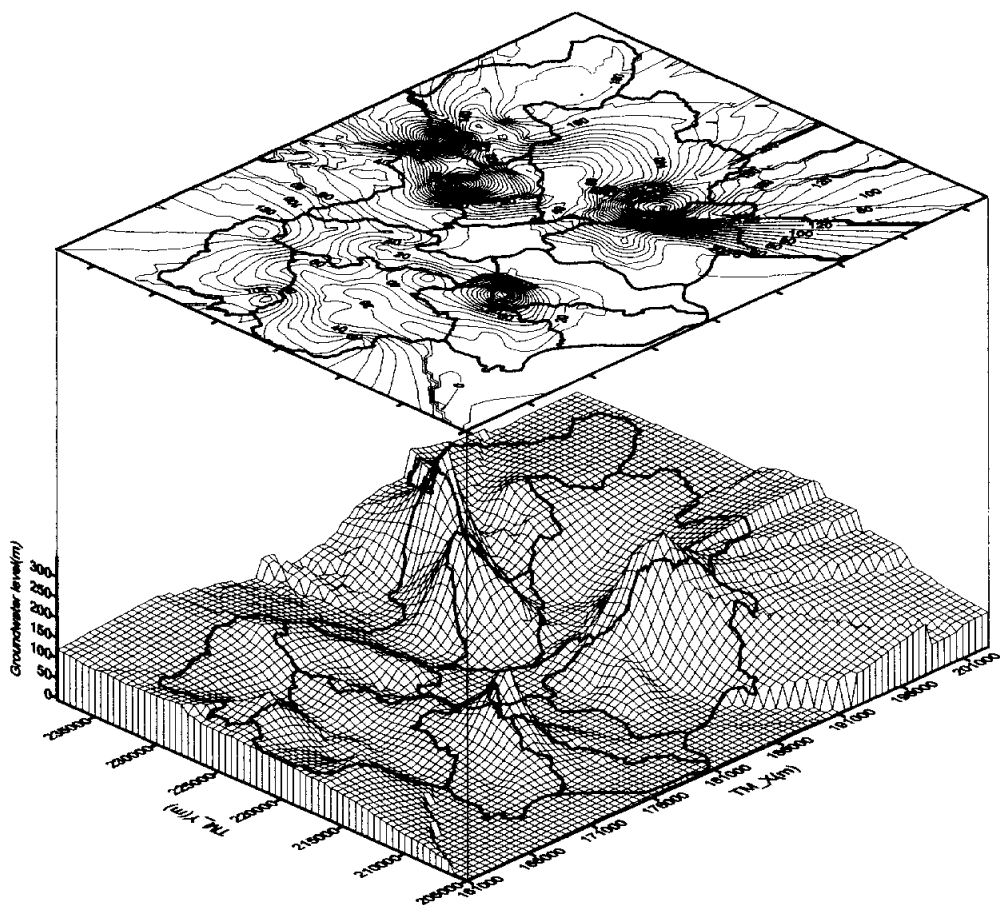


Fig. 46. 3-D surface map of the groundwater level of deep aquifer using cokriging.

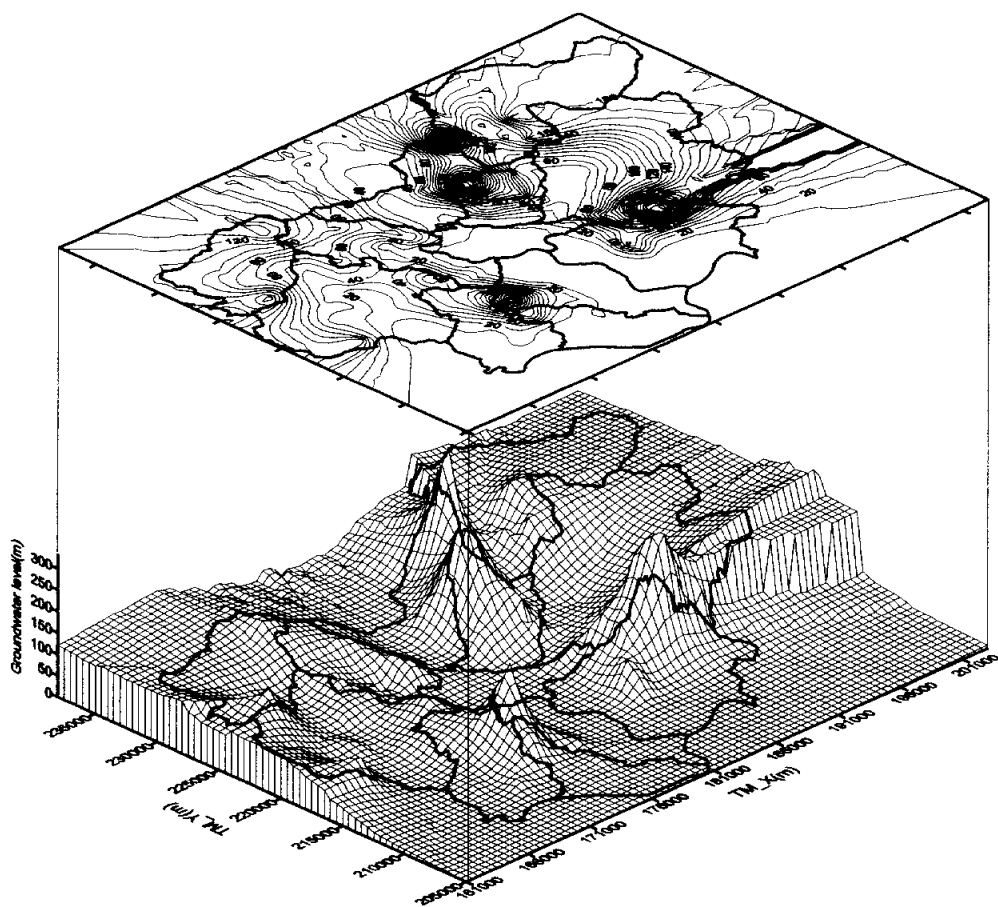


Fig. 47. 3-D surface map of the natural-log transformed groundwater level of deep aquifer using cokriging.

6. 결 론

1. 연구지역인 밀양지역의 대수층별 지하수위 분포 특성을 파악하기 위하여 2002년 봄에 총 503개 지하수공(천층 지하수공 158공, 심층 지하수공 345공)을 대상으로 지하수위를 측정하였다. 대수층별 지하수위 조사 자료에 대한 일반통계 분석 결과, 천층 지하수공의 표고는 3.00~218.00m의 범위이고, 평균 표고는 31.23m이다. 심층 지하수공의 표고는 2.00~382.00m의 범위이며, 평균 표고는 50.20m로 나타났다. 천층 지하수위는 0.11~216.56m 범위이고, 평균 지하수위는 28.85m이다. 심층 지하수위는 0.07~375.86m의 범위이며, 평균 지하수위는 44.70m로 나타났다. 조사된 자료가 수치가 낮은 지점들에 집중되어 있어 정규분포를 이루지 않으나, 대수변환한 자료는 정규분포를 나타내었다.

2. 표고와 천층 및 심층 지하수위의 회귀 분석을 실시한 결과, 표고와 천층 지하수위 상관계수는 0.999, 표고와 심층 지하수위 상관계수는 0.998로 나타났다. 표고와 대수층별 지하수위는 모두 정(+)의 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 이와 같이 연구지역의 표고와 대수층별 지하수위의 상관관계가 크기 때문에 코크리징 방법을 이용하여 보다 정밀한 등고선도를 만드는 것이 필요하다.

3. 베리오그램 분석 결과, 표고와 천층 지하수위 자료에서는 지수형모델이 적합한 것으로, 심층 지하수위 자료에서는 구상형모델이 적합한 것으로 선정되었다. 대수변환한 자료에 대해서도 천층 지하수위 자료는 지수형모델이, 심층 지하수위 자료는 구상형모델이 적합한 것으로 나타났다. 표고와 대수층별 지하수위 대한 교차 베리오그램 분석 결과, 원시 자료와 대수변환한 자료에서 천층 지하수위와 표고의 교차 베리오그램은 모두 지수형모델이 적합하며, 심층 지하수위와 표고의 교차 베리오그램은 모두 구상형모델이 적합한 것으로 나타났다. 선정된 모델들의 베리오그램이나 교차 베리오그램을 보면 원시 자료보다 대수변환한 자료가 베리오그램이나 교차 베리오그램의 적합선에 더 잘 맞는 것으로 나타났다.

4. 교차 타당성 분석 결과, 천층 지하수위에 대한 정규크리깅 및 코크리깅 모델링에서 원시 자료가 대수변환한 자료보다 추정치에 더 가깝게 나타났다. 심층 지하수위에 대한 정규크리깅 및 코크리깅 모델링에서는 원시 자료보다 대수변환한 자료가 추정치에 더 가깝게 나타났다.

5. 연구지역의 천층 및 심층 지하수위 등고선도를 지형의 분포와 비교하기 위하여 먼저 천층 및 심층 지하수위가 위치한 지점의 표고 자료를 정규크리깅을 이용하여 지형 등고선도를 작성하였다. 지형 등고선도와 정규크리깅에 의해 작성된 대수층별 지하수위 등고선도를 보면 천층 지하수위와 심층 지하수위 분포가 다른 양상을 보인다. 그 이유는 천층 지하수위는 지하수면을 나타내고, 심층 지하수위는 대체로 피압면을 나타내기 때문이며, 또한 천층 지하수위 자료의 개수와 분포 위치가 심층 지하수위와 차이가 있기 때문이다.

6. 정규크리깅이나 코크리깅을 이용하여 작성된 대수층별 지하수위 등고선도에서 등고선의 분포는 대체로 비슷하지만, 코크리깅에 의해 작성된 지하수위 등고선도가 정규크리깅에 의한 지하수위 등고선도보다 더 정밀한 것으로 나타났다. 이것은 원시 자료뿐만 아니라 대수변환한 자료를 이용한 지하수위 등고선도에서도 같은 결과가 도출되었다.

7. 대수변환한 지하수위 자료가 정규분포를 이루고, 교차 타당성 분석 결과에서도 대수변환한 심층 지하수위가 추정치에 더 가깝게 나타났지만, 정규크리깅이나 코크리깅을 이용하여 작성된 지하수위 등고선도에서는 원시 자료를 이용하여 작성된 지하수위 등고선도가 대수변환한 자료를 이용한 지하수위 등고선도보다 연구지역의 실제 현장에 더 가깝게 나타났다.

참 고 문 헌

- 장금식, 1999, 현대통계학, 박영사, 622p.
- 김규봉, 황상구, 1988, 밀양도폭 지질보고서(1:50,000), 한국동력자원연구소.
- 건설교통부 · 대한광업진흥공사, 2002, 밀양지역 지하수위/수질관측 조사 보고서, 180p.
- 농림부 · 농어촌진흥공사, 1998, 밀양시광역수맥조사보고서, 142p.
- 대한지질학회, 1999, 한국의 지질, 시그마프레스, 802p.
- 심병완, 정상용, 강동환, 김규범, 박희영, 2000, 영산강 · 섬진강 유역의 지하수 데이터베이스 자료에 대한 지구통계학적 분석, 지질공학, 10(2), pp. 131-142.
- 정상용, 1997, 불균질 · 이방성 대수층의 지하수 유동분석 기술연구, 대한광업진흥공사, 광진 97-2, 153p.
- 정상용, 유인걸, 유명재, 권해우, 허선희, 1999, 불균질 · 이방성 대수층의 지하수 유동분석에 지구통계기법의 응용, 지질공학, 9(2), pp. 147-159.
- 심병완, 정상용, 김규범, 강동환, 박희영, 2000, 지구통계 기법을 이용한 영산강 · 섬진강 유역의 지하수 수질특성 연구, 지하수환경, 7(3), pp. 125-132.
- Cressie, Noel A. C., and D. M. Hawkins, 1980, Robust Estimation, Mathematical Geology, 12(2), pp. 115-125.
- Cressie, Noel A. C., 1993, Statistics for Spatial Data, John Wiley & Sons, 900p.
- Davis, B. M., 1987, Uses and Abuses of Cross-Validation in Geostatistics, Mathematical Geology, 19(3), pp. 241-248.
- Davis, C. J., 1986, Statistics and Data Analysis in Geology, John Wiley & Sons, 646p.
- Dowed, P. A., 1984, The Variogram and Kriging: Robust and Resistant Estimations, Geostatistics for National Resources Characterization, Part 1,

- NATO ASI Series, pp. 91-107.
- Hoeksema, R. F., 1989, Cokriging Model for Estimation of Water Table Elevation, *Water Resour. Res.*, 25(3), pp. 429-438.
- Journel, A. G., and C. H. Huijbregts, 1978, *Mining Geostatistics*, Academic Press, 600p.
- Kitanidis, P. K., 1997, *Introduction to Geostatistics: Applications to Hydrogeology*, Cambridge University Press, 249p.
- Matheron, G., 1963, Principles of Geostatistics, *Economic Geology*, 58, pp. 1246-1266.
- Matheron, G., 1969, Le Krigeage Univesal, *Cah. Centre Morphol. Math.*, 5.
- Matheron, G., 1971, The Theory of Regionalized Variable and Its Applications, *Cah. Centre Morphol. Math.*, 5.
- Matheron, G., 1973, The Intrinsic Random Functions and Their Applications, *Advanced Applied Probability*, Vol. 5, pp.439-468.
- Myers, D. E., 1982, Matrix Formulation of Co-Kriging, *Mathematical Geology*, 14(3), pp. 249-257.
- Robertson, G. P., 2000, *GS⁺: Geostatistics for the Environmental Sciences*, Gamma Design Software, Plainwell, Michigan, U.S.A.
- Solow, A. R., 1990, Geostatistical Cross-Validation: A Cautionary Note, *Mathematical Geology*, 22(6), pp.637-639.

요 약

연구지역인 경남 밀양지역의 대수층별 지하수위 분포 특성을 파악하기 위하여 천층 및 심층 지하수위 자료에 대한 일반통계 분석과 지구통계 분석을 실시하였다.

일반통계 분석 결과, 천층 지하수위는 0.11~216.56m의 범위이고, 평균 지하수위는 28.85m이다. 심층 지하수위는 0.07~375.86m의 범위이고, 평균 지하수위는 44.70m로 나타났다. 조사된 지하수위 자료가 수치가 낮은 지점들에 집중되어 있어 정규분포를 이루지 않으나, 대수변환한 자료는 정규분포를 이루었다. 회귀 분석에 의하면, 표고와 대수층별 지하수위는 모두 정(+)의 상관관계가 높은 것으로 나타났다.

베리오그램 분석 결과, 표고와 천층 지하수위 자료에서는 지수형모델이, 심층 지하수위 자료에서는 구상형모델이 적합한 것으로 선정되었다. 대수변환한 자료에 대해서도 천층 지하수위 자료는 지수형모델이, 심층 지하수위 자료는 구상형모델이 적합한 것으로 선정되었다.

정규크리깅에 의해 작성된 대수층별 지하수위 등고선도를 보면 천층 지하수위와 심층 지하수위 분포가 다른 양상을 보인다. 그 이유는 천층 지하수위는 지하수면을 나타내고, 심층 지하수위는 대체로 피압면을 나타내기 때문이며, 또한 천층 지하수위 자료의 개수와 분포 위치가 심층 지하수위와 차이가 있기 때문이다.

정규크리깅이나 코크리깅을 이용하여 작성된 대수층별 지하수위 등고선도에서 등고선의 분포는 대체로 비슷하지만, 코크리깅에 의해 작성된 지하수위 등고선도가 정규크리깅에 의한 지하수위 등고선도보다 더 정밀한 것으로 나타났다. 이것은 원시 자료뿐만 아니라 대수변환한 자료를 이용한 지하수위 등고선도에서도 같은 결과가 도출되었다.

대수변환한 지하수위 자료가 정규분포를 이루고, 교차 타당성 분석 결과에서도 대수변환한 심층 지하수위가 추정치에 더 가깝게 나타났지만, 정규크리깅이

나 코크리깅을 이용하여 작성된 지하수위 등고선도에서는 원시 자료를 이용하여 작성된 지하수위 등고선도가 대수변환한 자료를 이용한 지하수위 등고선도보다 연구지역의 실제 현장에 더 가깝게 나타났다.

감사의 글

본 논문이 나오기까지 많은 분들의 도움을 받았기에 이 자리를 빌어서 감사의 마음을 전하고자 합니다.

논문이 나오기까지 방향을 제시하여 주시고, 세심한 지적과 격려로서 용기를 주신 정상용 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 논문의 개선방향을 세심히 지적해 논문의 질을 높여 주신 최정찬 교수님, 이민희 교수님께 감사를 드립니다. 대학생활에 많은 도움을 주신 박맹언 교수님, 백인성 교수님, 송용선 교수님, 박계현 교수님과 환경탐사공학과 공영세 교수님, 김희준 교수님, 김대철 교수님, 조태진 교수님께 감사를 드립니다.

강동환 선배님, 김병우 선배님, 김민 후배, 김성수 후배, 임혜영 후배, 오인태 후배, 김현경 후배, 주수진 후배 그리고 동기인 김용준과 얼마 전에 한국지질자원연구원으로 가신 심병완 선배님, 대한광업진흥공사에 계시는 권해우 선배님, 김용국 선배님, 허선희 선배님과 농업기반공사에 계시는 손주형 선배님, 동기인 고동호와 산업자원부에 있는 동기 박희영과 지하수환경연구실의 가족 모두 같이 기쁨을 함께 하고 싶습니다.

밀양에서 장기 지하수위 모니터링을 함께 해준 임창민 후배, 동기 조형성에게도 감사의 말을 전합니다.

대학생활에서 언제나 힘이 되어 주었던 선후배님들과 동기들에게도 고마운 마음을 전합니다.

마지막으로 항상 격려를 아끼지 않으며 끝없는 사랑으로 보살펴주신 부모님과 군대 생활을 열심히 하고 있는 동생 민성이에게 마음 깊이 고마움을 느끼며, 감사의 글을 마칩니다.

부 록

1. 천층 지하수공 제원표
2. 심층 지하수공 제원표

1. 천층 지하수공 제원표

Well No.	행 정 구 역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완 공 도	용 도	개 발 심 도 (m)	케이싱 구 경 (mm)	토 출 구 경 (mm)	대수층 유 형	사 용 유 무	양수량 (m ³ /day)	비 고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYS-001	밀양시	청도면	고벌리	168619.9412	227595.4829	61	1985	농업용	4.5	420	70	층적	때때로		
MYS-002	밀양시	청도면	고벌리	168570.9628	228037.9838	62	1982	농업용	6	1300	40	층적	때때로		
MYS-003	밀양시	청도면	고벌리	168380.3130	227856.1847	63	1975	농업용	5	400	60	층적	때때로		
MYS-004	밀양시	청도면	요고리	169214.5224	230700.9440	117	1989	농업용	5.5	900		층적	때때로		
MYS-005	밀양시	청도면	요고리	169425.4369	231257.4275	132	1991	생활용	4.5	700		층적	때때로		
MYS-006	밀양시	청도면	요고리	169726.2742	230858.5149	132	1990	농업용	5	500	50	층적	때때로		
MYS-007	밀양시	청도면	인산리	167766.0863	226768.1821	52	1987	농업용	4.5	500	60	층적	때때로		
MYS-008	밀양시	청도면	고벌리	169083.2342	228108.1890	70	1995	농업용	2.3	760	70	층적	때때로		
MYS-009	밀양시	무안면	동산리	168537.4122	226786.5963	50	1982	농업용	2.94	670	60	층적	때때로		
MYS-010	밀양시	무안면	판곡리	168799.8797	223112.0824	25	1989	농업용	7	1200		층적	때때로		
MYS-011	밀양시	무안면	동산리	169552.3233	226115.1878	44	1985	농업용	4.5	1200		층적	때때로		
MYS-012	밀양시	무안면	판곡리	168578.6113	222746.9315	24	1980	생활용	6	900		층적	빈번하게		
MYS-013	밀양시	무안면	판곡리	168652.9247	222888.4266	26	1995	농업용	8	2000		층적	때때로		
MYS-014	밀양시	무안면	중산리	165666.6834	219884.9192	32	1980	농업용	5	680		층적	때때로		
MYS-015	밀양시	무안면	고라리	165014.9404	220613.8499	45	1982	농업용	3.5	700		층적	때때로		
MYS-016	밀양시	무안면	중산리	165933.2309	220137.2185	30	1980	농업용	3.5	600		층적	때때로		
MYS-017	밀양시	무안면	동산리	169913.8136	226556.1672	60	1975	농업용	4.5	640		층적	때때로		
MYS-018	밀양시	무안면	화봉리	167396.2444	221671.3532	36	1990	농업용	4.5	700	60	층적	때때로		
MYS-019	밀양시	무안면	화봉리	167586.4553	221565.2577	34	1980	농업용	4	600		층적	때때로		
MYS-020	밀양시	무안면	화봉리	166429.7185	222224.4204	54	1975	생활용	2.6	950		층적	때때로		
MYS-021	밀양시	무안면	양호리	167288.2142	224359.9114	50	1990	생활용	15	900	30	층적	빈번하게		

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년	용 도	개 발 심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토 출 구경 (mm)	대수층 유형	사 용 무 유	양수량 (m ³ /day)	비 고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYS-022	밀양시	무안면	양효리	167686.8554	224331.5153	40	1985	생활용	3	1000	30	층적	때때로		
MYS-023	밀양시	무안면	죽월리	168375.9979	222571.7260	24	1995	농업용	3	1000		층적	때때로		
MYS-024	밀양시	무안면	죽월리	168422.2056	222525.7193	23	1995	농업용	5	1000	60	층적	때때로		
MYS-025	밀양시	무안면	신벌리	168965.5145	220029.8731	13	1993	농업용	3.5	400	80	층적	때때로		
MYS-026	밀양시	무안면	신벌리	169222.4367	220387.7480	13	1985	농업용	4	700	60	층적	때때로		
MYS-027	밀양시	무안면	운정리	171100.4749	222113.0816	32	1992	농업용	5	920	60	층적	때때로		
MYS-028	밀양시	무안면	성덕리	167795.4571	215276.5792	13	1980	생활용	3.5	900	50	층적	때때로		
MYS-029	밀양시	무안면	성덕리	167803.0437	216759.2965	18	1980	생활용	2.5	800		층적	때때로		
MYS-030	밀양시	무안면	모로리	168473.2257	217710.9957	8	1992	농업용	5	600	50	층적	때때로		
MYS-031	밀양시	무안면	모로리	168707.3205	218013.5884	9	1997	농업용	4.5	600	50	층적	때때로		
MYS-032	밀양시	무안면	모로리	168305.6666	218223.4721	9	1999	농업용	5	1000	80	층적	때때로		
MYS-033	밀양시	무안면	덕암리	167603.0563	218694.3157	14	1997	농업용	4	1000	80	층적	때때로		
MYS-034	밀양시	무안면	덕암리	167093.9785	218742.7074	18	1998	농업용	5.5	600	80	층적	때때로		
MYS-035	밀양시	무안면	덕암리	166738.8716	219066.2976	18	1991	농업용	4	800	60	층적	때때로		
MYS-036	밀양시	무안면	덕암리	166709.6083	219295.0515	26	1992	농업용	4.5	800	60	층적	때때로		
MYS-037	밀양시	무안면	덕암리	166639.6840	219466.1665	23	1985	생활용	4.5	900	60	층적	때때로		
MYS-038	밀양시	무안면	무안리	169595.8255	218832.9333	20	1989	농업용	4	800	50	층적	때때로		
MYS-039	밀양시	무안면	무안리	169008.6884	218888.1046	10	1998	농업용	2.5	800		층적	때때로		
MYS-040	밀양시	무안면	무안리	168704.1443	218905.1202	10	1988	농업용	3	1000	80	층적	때때로		
MYS-041	밀양시	무안면	무안리	168645.6885	219136.7264	10	1997	농업용	4	600	60	층적	때때로		
MYS-042	밀양시	무안면	무안리	168638.2858	218692.4944	38	1987	농업용	4	800		층적	때때로		

Well No.	행 정 구 역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년도	용도	개발 심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사용 유무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYS-043	밀양시	무안면	무안리	168896.7224	219328.9005	30	1980	농업용	4	600	60	층적	때때로		
MYS-044	밀양시	무안면	모로리	168457.8269	217377.2820	8	1995	농업용	4	600		층적	때때로		
MYS-045	밀양시	무안면	모로리	168686.9413	217536.0324	8	1992	농업용	4	600	50	층적	때때로		
MYS-046	밀양시	무안면	신범리	168769.5729	219837.0340	12	1995	농업용	4.5	1000	80	층적	때때로		
MYS-047	밀양시	초동면	명성리	168674.2833	212633.8264	5	1988	농업용	5	1000		층적	때때로		
MYS-048	밀양시	초동면	명성리	168243.4158	211054.6185	8	1994	농업용	4	700		층적	때때로		
MYS-049	밀양시	초동면	명성리	167916.5697	210574.1549	7	1992	생활용	5	700	40	층적	때때로		
MYS-050	밀양시	초동면	두암리	172745.8091	209789.9446	3	1998	생활용	3.5	700	40	층적	비		
MYS-051	밀양시	초동면	검암리	171543.4896	210752.3905	21	1987	생활용	5	900		층적	때때로		
MYS-052	밀양시	초동면	검암리	171463.5326	210864.6385	28	1993	생활용	4	900		층적	때때로		
MYS-053	밀양시	초동면	신호리	171767.8201	212274.4088	15	1995	농업용	8	920	30	층적	빈번하게		
MYS-054	밀양시	초동면	명성리	168378.2041	212763.2001	9	1997	농업용	2.5	600		층적	때때로		
MYS-055	밀양시	초동면	검암리	171152.9555	210236.8525	7	1990	생활용	5	920		층적	때때로		
MYS-056	밀양시	초동면	성만리	171938.8657	212629.3868	23	1996	생활용	3.5	1200		층적	비		
MYS-057	밀양시	초동면	오방리	170877.1564	213513.9350	13	1993	농업용	4	920		층적	때때로		
MYS-058	밀양시	부북면	대항리	171813.7442	227118.0937	88	1992	농업용	5	1000	50	층적	때때로		
MYS-059	밀양시	부북면	위량리	173715.0000	227860.0000	74	1990	농업용	5	1000		층적	때때로		
MYS-060	밀양시	부북면	무연리	175440.0000	227045.0000	87	1992	생활용	3	1000		층적	때때로		
MYS-061	밀양시		가곡동	179596.8485	219396.5120	13	1987	생활용	9	920	60	층적	빈번하게		
MYS-062	밀양시		교동	177869.5659	222566.7026	25	1980	생활용	2.2	2500		층적	비		
MYS-063	밀양시		교동	187315.1316	224113.1271	19	1985	농업용	4	1000		층적	때때로		

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년도	용도	개발 심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사용 유무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYS-064	밀양시	상남면	마산리	179235.8140	211732.8182	14	1989	생활용	3.5	1000		층적	때때로		
MYS-065	밀양시	상남면	관율리	176237.4571	212669.1824	28	1980	농업용	4.5	1000		층적	때때로		
MYS-066	밀양시	상남면	등산리	179716.7016	210564.2623	9	1985	생활용	4	900		층적	때때로		
MYS-067	밀양시	상남면	연금리	178222.2628	214643.1859	12	1982	농업용	6	600		층적	때때로		
MYS-068	밀양시	상남면	기산리	177149.1465	217178.2806	21	1980	생활용	6	1100		층적	때때로		
MYS-069	밀양시	상남면	기산리	177074.6945	217238.4414	23	1983	생활용	6	700		층적	때때로		
MYS-070	밀양시	상남면	외산리	180082.4673	208917.7574	32	1980	생활용	3.5	600		층적	때때로		
MYS-071	밀양시	상남면	외산리	180488.9695	206906.2561	12	1986	생활용	3.5	800		층적	때때로		
MYS-072	밀양시	상남면	등산리	178139.4319	210564.6574	5	1992	농업용	2.3	600		층적	때때로		
MYS-073	밀양시	상남면	마산리	178483.8383	212029.8324	30	1990	농업용	4	1100		층적	때때로		
MYS-074	밀양시	삼랑진읍	임천리	180266.8997	216485.5522	6	2001	농업용	22	200	50	층적	때때로		
MYS-075	밀양시	삼랑진읍	임천리	180590.3798	216681.2400	7	1999	농업용	18	200	50	층적	때때로		
MYS-076	밀양시	삼랑진읍	임천리	180499.1453	216868.2990	6	2000	농업용	23	200	50	층적	때때로		
MYS-077	밀양시	삼랑진읍	임천리	180903.9577	216527.5127	7	2000	농업용	24	250	50	층적	때때로		
MYS-078	밀양시	삼랑진읍	임천리	181084.8187	216386.5967	6	2001	농업용	22	250	50	층적	때때로		
MYS-079	밀양시	삼랑진읍	임천리	180533.8276	216085.7352	6	1999	농업용	20	200	50	층적	때때로		
MYS-080	밀양시	삼랑진읍	임천리	180596.7036	215859.2511	6	1988	농업용	20	200	50	층적	때때로		
MYS-081	밀양시	삼랑진읍	임천리	180896.4569	216040.9816	6	1995	농업용	21	200	50	층적	때때로		
MYS-082	밀양시	삼랑진읍	임천리	181160.7007	215476.4861	6	1998	농업용	20	200	50	층적	때때로		
MYS-083	밀양시	삼랑진읍	임천리	180800.9299	215741.5739	6	2001	농업용	20	200	50	층적	때때로		
MYS-084	밀양시	삼랑진읍	검세리	186788.6241	212159.2892	8	1990	생활용	5	920	30	층적	빈번하게		

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년도	용도	개발 심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사용 유무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYS-085	밀양시	삼랑진읍	안테리	188288.5589	211768.4445	6	1985	생활용	3	1000		충적	비		
MYS-086	밀양시	삼랑진읍	울동리	185548.6040	212842.5296	7	1980	농업용	5	920	40	충적	때때로		
MYS-087	밀양시	삼랑진읍	미전리	181768.0482	212160.4599	7	1994	농업용	24	200	50	충적	때때로		
MYS-088	밀양시	삼랑진읍	송지리	185483.7494	211961.5580	6	1985	생활용	5.5	920		충적	비		
MYS-089	밀양시	삼랑진읍	미전리	181428.9425	212163.4485	4	1992	농업용	24	150	50	충적	때때로		
MYS-090	밀양시	삼랑진읍	미전리	181826.7486	211949.8353	7	1996	농업용	24	150	50	충적	때때로		
MYS-091	밀양시	삼랑진읍	용전리	185557.0830	214828.2938	50	1990	생활용	2.5	700		충적	비		
MYS-092	밀양시	삼랑진읍	미전리	181723.9186	211732.3759	7	1997	농업용	24	200	50	충적	때때로		
MYS-093	밀양시	삼랑진읍	미전리	181218.1933	211737.6732	4	2000	농업용	24	150	50	충적	때때로		
MYS-094	밀양시	삼랑진읍	미전리	181827.7115	211527.8516	7	2000	농업용	24	200	50	충적	때때로		
MYS-095	밀양시	삼랑진읍	미전리	181185.7924	211518.5297	4	1998	농업용	24	200	50	충적	때때로		
MYS-096	밀양시	삼랑진읍	미전리	181813.6810	211309.8831	4	2000	농업용	24	200	50	충적	때때로		
MYS-097	밀양시	삼랑진읍	미전리	183371.8048	212861.2760	18	1995	농업용	3	1000	60	충적	때때로		
MYS-098	밀양시	삼랑진읍	미전리	181189.4579	211330.3509	3	1996	농업용	24	200	50	충적	때때로		
MYS-099	밀양시	삼랑진읍	미전리	181907.5144	211104.5153	3	1985	농업용	27	150	50	충적	때때로		
MYS-100	밀양시	삼랑진읍	청학리	183248.5071	216382.7427	35	1978	생활용	2	920		충적	비		
MYS-101	밀양시	삼랑진읍	미전리	181194.4539	211117.6976	3	1990	농업용	26	250	40	충적	때때로		
MYS-102	밀양시	삼랑진읍	미전리	181266.5702	210906.1245	3	1993	농업용	25	200	40	충적	때때로		
MYS-103	밀양시	삼랑진읍	미전리	181353.0455	210680.4720	3	1993	농업용	25	200	50	충적	때때로		
MYS-104	밀양시	삼랑진읍	미전리	182202.4660	210796.3928	4	1994	농업용	24	200	50	충적	때때로		
MYS-105	밀양시	삼랑진읍	미전리	181591.8859	210552.3030	4	1995	농업용	25	200	50	충적	때때로		

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년도	용도	개심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사용 유무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYS-106	밀양시	삼랑진읍	안테리	188538.2820	212417.7978	16	1981	생활용	3.5	900		층적	빈번하게		
MYS-107	밀양시	삼랑진읍	미전리	182073.3756	210281.3217	4	1996	농업용	25	200	50	층적	때때로		
MYS-108	밀양시	삼랑진읍	미전리	182326.3032	210147.0755	3	1999	농업용	25	200	50	층적	때때로		
MYS-109	밀양시	삼랑진읍	미전리	182790.2585	210513.7284	25	1980	생활용	3	1600	30	층적	빈번하게		
MYS-110	밀양시	삼랑진읍	미전리	183133.7286	211835.9115	12	1989	농업용	4	700	60	층적	때때로		
MYS-111	밀양시	상동면	안인리	178826.9327	226140.9823	24	1989	농업용	6	50	30	층적	때때로		
MYS-112	밀양시	상동면	안인리	178502.5000	224548.2221	26	1980	농업용	5	900		층적	때때로		
MYS-113	밀양시	상동면	안인리	178716.7179	225169.5024	29	1991	생활용	4	900	30	층적	빈번하게		
MYS-114	밀양시	상동면	안인리	179338.5797	225327.9198	24	2001	농업용	6	50	40	층적	때때로		
MYS-115	밀양시	상동면	가곡리	179626.1663	226129.3881	25	1990	농업용	5	920	60	층적	때때로		
MYS-116	밀양시	상동면	안인리	179289.4137	224997.3436	22	1999	농업용	6	60	50	층적	때때로		
MYS-117	밀양시	산외면	괴곡리	186475.1459	225015.4228	50	1997	농업용	4.5	1000	80	층적	때때로		
MYS-118	밀양시	산외면	괴곡리	186582.8798	225371.0588	50	1996	농업용	4.5	1000		층적	때때로		
MYS-119	밀양시	산외면	금곡리	184550.3364	223479.2348	53	1982	농업용	5	750		층적	때때로		
MYS-120	밀양시	산외면	괴곡리	186505.1955	226620.0422	61	1990	농업용	4	200		층적	때때로		
MYS-121	밀양시	산외면	괴곡리	186561.5548	225894.8163	55	1998	농업용	4	800		층적	때때로		
MYS-122	밀양시	산외면	괴곡리	186789.7671	225916.4960	55	1998	농업용	4	800	60	층적	때때로		
MYS-123	밀양시	산외면	괴곡리	186596.2294	225622.5803	53	2000	농업용	3	800	60	층적	때때로		
MYS-124	밀양시	산외면	다죽리	183452.7476	222275.6214	28	1995	농업용	6	300	80	층적	때때로		
MYS-125	밀양시	산외면	다죽리	183256.7283	222219.4007	28	1995	농업용	6	1000	80	층적	때때로		
MYS-126	밀양시	산외면	다죽리	183266.5703	221768.7661	27	1994	농업용	7	900	50	층적	때때로		

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년도	용도	개발 심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사용 유무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYS-127	밀양시	산외면	금천리	182603.7124	222417.0842	25	1994	농업용	4.5	1000	40	층적	때때로		
MYS-128	밀양시	산외면	다죽리	182591.6969	222034.8967	26	1998	농업용	4	1000	80	층적	때때로		
MYS-129	밀양시	산외면	다죽리	182442.8834	221589.1852	25	1999	농업용	7	800		층적	때때로		
MYS-130	밀양시	산외면	금천리	181750.1886	221998.2652	21	1997	농업용	4.5	800	80	층적	때때로		
MYS-131	밀양시	산외면	금천리	181553.9506	222366.4412	19	1997	농업용	4	700	80	층적	때때로		
MYS-132	밀양시	산내면	원서리	193464.8645	233948.7844	178	1995	농업용	5	300	50	층적	때때로		
MYS-133	밀양시	산내면	원서리	193967.2914	233581.9162	185	1990	농업용	5	820	60	층적	때때로		
MYS-134	밀양시	산내면	삼양리	195772.4146	232343.2187	218	1995	농업용	6	800	50	층적	때때로		
MYS-135	밀양시	하남읍	백산리	178071.7994	209156.7646	4	2001	농업용	26	100	50	층적	빈번하게		
MYS-136	밀양시	하남읍	백산리	177625.5942	207927.6652	5	1998	생활용	5	1500		층적	때때로		
MYS-137	밀양시	하남읍	귀명리	174295.3575	210643.6237	13	1998	생활용	2	900	30	층적	때때로		
MYS-138	밀양시	하남읍	귀명리	174488.7545	210322.2735	17	1992	생활용	8	900	30	층적	때때로		
MYS-139	밀양시	하남읍	파서리	177123.9162	211330.2550	17	1987	생활용	4	1700		층적	비사용		
MYS-140	밀양시	하남읍	대사리	175593.4621	210769.7112	28	1985	생활용	9.5	880	30	층적	때때로		
MYS-141	밀양시	단장면	태룡리	188430.0939	223923.8259	55	1998	농업용	3.5	1998	40	층적	때때로		
MYS-142	밀양시	단장면	무룡리	189607.3821	222161.1450	75	1997	농업용	4	1000		층적	때때로		
MYS-143	밀양시	단장면	무룡리	189698.5655	222025.3466	82	1993	농업용	3.5	400	80	층적	때때로		
MYS-144	밀양시	단장면	무룡리	189411.7011	222202.5678	69	1999	농업용	4	300	50	층적	때때로		
MYS-145	밀양시	단장면	무룡리	189207.5460	222614.8908	66	2000	농업용	5	300		층적	때때로		
MYS-146	밀양시	단장면	태룡리	188515.2427	223650.9142	54	1990	농업용	5	500	50	층적	때때로		
MYS-147	밀양시	단장면	사연리	189311.0106	224464.6199	62	1996	농업용	5	150	60	층적	때때로		

Well No.	행정구역			지리적좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년	용도	개발 심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사용 유무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYS-148	밀양시	단장면	사연리	189068.3573	224389.9782	60	1998	농업용	4.5	200	60	층적	때때로		
MYS-149	밀양시	단장면	구천리	193306.5592	224723.4680	114	1988	농업용	4.5	1200	50	층적	때때로		
MYS-150	밀양시	단장면	사연리	187258.4802	224286.1871	49	1995	농업용	4.5	1000	60	층적	때때로		
MYS-151	밀양시	단장면	사연리	187660.0395	224319.3065	48	1985	농업용	4.5	600	50	층적	때때로		
MYS-152	밀양시	단장면	미촌리	185214.8680	221688.7215	34	1992	농업용	29	150	50	층적	때때로		
MYS-153	밀양시	단장면	미촌리	184733.8392	222047.0546	30	1997	농업용	4.5	800	50	층적	때때로		
MYS-154	밀양시	단장면	미촌리	184889.7169	222162.3417	33	1997	농업용	4.5	800		층적	때때로		
MYS-155	밀양시	단장면	미촌리	185075.0262	222358.3316	33	1996	농업용	4.5	150	40	층적	때때로		
MYS-156	밀양시	단장면	미촌리	183706.7639	221347.3788	27	2000	농업용	6	200	50	층적	때때로		
MYS-157	밀양시	단장면	미촌리	184046.7650	221869.2750	28	1999	농업용	4.5	500	50	층적	때때로		
MYS-158	밀양시	단장면	미촌리	183868.2820	221741.1475	28	1999	농업용	4.5	1500	50	층적	때때로		

2. 심층 지하수공 제원표

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년	용 도	개 심 도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토 출 구경 (mm)	대수층 유형	사 용 무 유	양수량 (m ³ /day)	비 고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYD-001	밀양시	청도면	고벌리	168816.4444	228498.6871	77	2000	생활용	100	200	50	암반	빈번하게	210	
MYD-002	밀양시	청도면	고벌리	168950.4327	228996.6657	99	1995	생활용	150	200	50	암반	빈번하게	220	
MYD-003	밀양시	청도면	인산리	166992.8684	227140.0532	66	1997	농업용	100	200	60	암반	때때로	250	
MYD-004	밀양시	청도면	인산리	167317.1747	226576.1586	60	1995	생활용	205	250	60	암반	빈번하게	301	
MYD-005	밀양시	청도면	소태리	168540.3765	228690.8968	78	1996	생활용	88	200	60	암반	빈번하게		
MYD-006	밀양시	청도면	두곡리	165136.6824	228707.7136	94	2000	농업용	70	200	50	암반	때때로		
MYD-007	밀양시	청도면	두곡리	165723.1767	227991.5530	80	1999	농업용	80	150	50	암반	때때로		
MYD-008	밀양시	청도면	두곡리	165355.4311	228327.9859	83	1999	농업용	100	150	40	암반	때때로		
MYD-009	밀양시	청도면	두곡리	165512.6466	228138.3530	83	1999	농업용	80	150	40	암반	때때로		
MYD-010	밀양시	청도면	두곡리	165577.6862	228582.8474	87	1995	농업용	80	150	50	암반	때때로		
MYD-011	밀양시	청도면	소태리	165466.3673	229581.2251	103	1995	농업용	80	150	40	암반	때때로		
MYD-012	밀양시	청도면	구기리	165701.6832	227520.2103	80	2000	농업용	80	150	40	암반	때때로		
MYD-013	밀양시	청도면	구기리	165404.5347	227063.1435	87	2001	농업용	100	150	40	암반	때때로		
MYD-014	밀양시	청도면	조천리	165248.1584	225978.2104	113	1998	농업용	70	200	50	암반	때때로	300	
MYD-015	밀양시	청도면	조천리	164919.0515	224921.0208	149	1995	생활용	140	200	50	암반	빈번하게	233	
MYD-016	밀양시	청도면	조천리	165694.5646	225359.0251	117	2000	농업용	105	200	50	암반	빈번하게		
MYD-017	밀양시	청도면	조천리	165392.7707	225320.7420	125	2000	농업용	90	150	40	암반	때때로		
MYD-018	밀양시	청도면	두곡리	165058.0445	228993.5716	100	1995	농업용	75	200	50	암반	때때로		
MYD-019	밀양시	청도면	소태리	165126.6837	229998.6349	113	1992	생활용	60	200	40	암반	빈번하게		
MYD-020	밀양시	청도면	고벌리	167778.0077	227304.3029	54	2000	농업용	70	150	40	암반	때때로		
MYD-021	밀양시	청도면	고벌리	168803.5801	228108.3060	67	1999	농업용	60	150	70	암반	빈번하게		

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년	용도	개발 심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사용 유무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYD-022	밀양시	청도면	고벌리	169024.7087	228321.4277	76	2001	농업용	45	150	40	암반	때때로		
MYD-023	밀양시	청도면	고벌리	168414.8473	228141.3493	70	2000	농업용	36	150	70	암반	때때로		
MYD-024	밀양시	청도면	고벌리	167783.3425	229020.0067	88	1998	생활용	110	200	50	암반	빈번하게		
MYD-025	밀양시	청도면	오고리	168532.4026	229370.4472	91	1998	생활용	100	200	50	암반	빈번하게	163	
MYD-026	밀양시	청도면	오고리	170434.0820	230929.7302	157	1994	생활용	102	200	50	암반	빈번하게	207	
MYD-027	밀양시	청도면	오고리	169427.0761	230883.4025	123	2000	생활용	128	250	60	암반	빈번하게		
MYD-028	밀양시	청도면	인산리	168016.6409	226496.7948	50	1996	농업용	50	150	50	암반	때때로		
MYD-029	밀양시	청도면	인산리	167356.3492	226849.7314	57	1999	농업용	98	200	60	암반	때때로		
MYD-030	밀양시	무안면	내진리	168362.5079	224806.0660	38	1995	생활용	80	200	40	암반	빈번하게		
MYD-031	밀양시	무안면	판곡리	169453.9391	223303.3697	42	2000	농업용	80	250	70	암반	빈번하게	20	
MYD-032	밀양시	무안면	판곡리	169289.0359	223257.7218	38	2000	농업용	80	200	60	암반	때때로	50	
MYD-033	밀양시	무안면	판곡리	169132.6488	223342.0544	30	1999	농업용	90	200	60	암반	빈번하게	240	
MYD-034	밀양시	무안면	판곡리	169084.3637	222349.5264	22	1992	농업용	70	200	40	암반	때때로	50	
MYD-035	밀양시	무안면	판곡리	169308.2481	222294.3087	24	1998	농업용	70	200	40	암반	때때로	50	
MYD-036	밀양시	무안면	삼태리	168663.0752	221518.1394	23	2000	생활용	100	200	60	암반	때때로	50	
MYD-037	밀양시	무안면	삼태리	168946.4563	221163.9354	22	2000	생활용	90	200	60	암반	때때로	150	
MYD-038	밀양시	무안면	삼태리	168906.2856	220782.9342	22	1997	생활용	75	150	60	암반	때때로	30	
MYD-039	밀양시	무안면	신벌리	168561.1511	220058.6434	18	1996	생활용	120	250	80	암반	빈번하게	100	
MYD-040	밀양시	무안면	신벌리	168344.0265	220117.4761	31	1993	생활용	110	200	60	암반	빈번하게	50	
MYD-041	밀양시	무안면	축월리	167983.0901	222951.4253	32	1999	생활용	140	200	50	암반	빈번하게		
MYD-042	밀양시	무안면	덕알리	165041.5991	217747.6305	95	1998	농업용	80	200	60	암반	때때로	264	

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년도	용도	개발 심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사용 유무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYD-043	밀양시	무안면	덕암리	165159.3685	217875.6622	62	2000	농업용	100	200	60	암반	때때로		
MYD-044	밀양시	무안면	중산리	165286.1102	219483.9093	40	2001	농업용	110	250	50	암반	빈번하게	354	
MYD-045	밀양시	무안면	웅동리	163471.1241	219205.9516	64	2000	생활용	80	250	50	암반	빈번하게	387	
MYD-046	밀양시	무안면	중산리	165608.8013	220288.3940	34	1995	생활용	110	250	70	암반	빈번하게	225	
MYD-047	밀양시	무안면	중촌리	164083.7511	222074.7934	80	1998	생활용	90	200	50	암반	빈번하게		
MYD-048	밀양시	무안면	동산리	169659.8875	226566.5381	55	1998	생활용	80	300	70	암반	빈번하게	50	
MYD-049	밀양시	무안면	내진리	169017.7622	225996.5403	43	2000	농업용	120	200	50	암반	때때로		
MYD-050	밀양시	무안면	내진리	168657.9398	225597.8478	42	1999	생활용	130	250	50	암반	빈번하게		
MYD-051	밀양시	무안면	죽월리	168393.4571	223284.4949	28	1998	농업용	100	250	70	암반	빈번하게	319	
MYD-052	밀양시	무안면	화봉리	167344.7922	221824.3603	38	1995	농업용	65	150	50	암반	때때로		
MYD-053	밀양시	무안면	마흘리	173409.1952	220711.4254	71	1998	생활용	100	250	60	암반	빈번하게	20	
MYD-054	밀양시	무안면	마흘리	173287.3433	220813.5273	70	1998	생활용	95	200	50	암반	때때로	276	
MYD-055	밀양시	무안면	마흘리	173448.0960	220500.6906	97	2002	생활용	140	200	40	암반	때때로		
MYD-056	밀양시	무안면	마흘리	172507.5615	221808.1252	50	2000	농업용	100	200	70	암반	때때로		
MYD-057	밀양시	무안면	심덕리	168062.0757	216697.4873	8	1997	농업용	70	200	80	암반	때때로		
MYD-058	밀양시	무안면	중산리	165380.6750	219725.8969	38	1982	생활용	100	200	50	암반	때때로		
MYD-059	밀양시	무안면	무안리	169684.6600	219031.8648	28	1995	농업용	95	200	60	암반	때때로		
MYD-060	밀양시	무안면	운장리	170008.5822	222035.2333	28	2001	생활용	125	250	50	암반	빈번하게		
MYD-061	밀양시	무안면	가례리	163031.2366	221128.5518	82	2000	생활용	90	200	50	암반	빈번하게		
MYD-062	밀양시	무안면	가례리	163287.8087	221299.1745	74	2000	농업용	70	150	40	암반	때때로		
MYD-063	밀양시	무안면	가례리	163439.2568	221172.3489	75	2001	농업용	180	200	50	암반	때때로		

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년도	용도	개발 심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사용 유무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYD-064	밀양시	무안면	중산리	166602.2819	219963.7587	26	1998	생활용	163	250	50	암반	빈번하게		
MYD-065	밀양시	무안면	성덕리	168305.3767	215978.2730	8	2001	농업용	100	250	50	암반	때때로	216	
MYD-066	밀양시	무안면	신태리	167746.0321	221099.6738	38	2000	생활용	100	200	50	암반	빈번하게		
MYD-067	밀양시	초동면	몽봉리	171148.0913	216917.3871	51	1998	농업용	110	250	100	암반	빈번하게		
MYD-068	밀양시	초동면	몽봉리	171311.3406	216875.0833	49	2000	농업용	180	250	50	암반	때때로		
MYD-069	밀양시	초동면	봉황리	172349.4228	216919.5377	71	2000	생활용	90	250	80	암반	빈번하게	230	
MYD-070	밀양시	초동면	봉황리	171929.4305	217635.8324	62	2000	생활용	80	150	40	암반	빈번하게		
MYD-071	밀양시	초동면	덕산리	171866.8675	216040.7518	46	1996	농업용	115	150	60	암반	때때로	75	
MYD-072	밀양시	초동면	덕산리	171699.5616	215214.4165	41	2000	농업용	200	300	80	암반	빈번하게	216	
MYD-073	밀양시	초동면	명성리	170216.3054	212009.0114	5	2001	생활용	100	300	80	암반	빈번하게		
MYD-074	밀양시	초동면	범평리	170340.4283	212512.0999	6	2000	농업용	80	200	60	암반	때때로		
MYD-075	밀양시	초동면	범평리	170552.0546	212515.5247	7	1996	농업용	70	200	50	암반	때때로		
MYD-076	밀양시	초동면	범평리	170646.1047	212854.0095	7	1999	농업용	40	150	40	암반	때때로		
MYD-077	밀양시	초동면	범평리	170497.1435	212248.4236	5	2000	농업용	73	150	40	암반	때때로		
MYD-078	밀양시	초동면	범평리	170435.9240	211972.6749	5	2000	농업용	80	150	60	암반	때때로		
MYD-079	밀양시	초동면	범평리	170696.1976	212198.6922	5	2000	농업용	80	200	50	암반	때때로		
MYD-080	밀양시	초동면	명성리	168462.6698	211933.0026	4	1992	농업용	80	150	50	암반	때때로		
MYD-081	밀양시	초동면	명성리	168955.0189	212044.2625	7	1999	농업용	180	150	40	암반	때때로		
MYD-082	밀양시	초동면	명성리	168164.7036	212021.9551	4	1997	농업용	100	200	50	암반	때때로		
MYD-083	밀양시	초동면	명성리	168851.1406	211335.9765	6	1997	농업용	100	200	50	암반	때때로		
MYD-084	밀양시	초동면	반월리	168632.7370	209310.0841	8	1998	생활용	80	200	70	암반	때때로		

Well No.	행 정 구 역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완 공 도 년	용 도	개 발 심 도 (m)	케이싱 구 경 (mm)	토 출 구 경 (mm)	대수층 유 형	사 용 유 무	양수량 (m ³ /day)	비 고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYD-085	밀양시	초동면	명성리	169776.1402	212746.0422	20	2000	생활용	110	250	50	암반	빈번하게	210	
MYD-086	밀양시	초동면	검암리	171292.9682	211168.0209	32	1997	농업용	80	100	30	암반	때때로		
MYD-087	밀양시	초동면	명성리	169724.1145	211494.1855	3	1995	농업용	90	200	50	암반	때때로		
MYD-088	밀양시	부북면	가산리	171814.4478	225897.1386	59	2000	생활용	30	150	40	암반	빈번하게	35	
MYD-089	밀양시	부북면	가산리	171454.3323	225566.1450	73	1988	농업용	80	200	50	암반	때때로	135	
MYD-090	밀양시	부북면	가산리	171353.5121	225664.0723	94	2000	생활용	70	200	50	암반	빈번하게	134	
MYD-091	밀양시	부북면	가산리	171810.9048	225680.1482	60	2000	농업용	104	150	50	암반	때때로	186	
MYD-092	밀양시	부북면	춘화리	175435.0000	225245.0000	61	1997	농업용	120	200	50	암반	때때로		
MYD-093	밀양시	부북면	대항리	171642.2852	227032.2232	87	2001	농업용	160	200	40	암반	때때로	100	
MYD-094	밀양시	부북면	가산리	172081.3442	226236.2714	63	1995	농업용	80	100	40	암반	때때로		
MYD-095	밀양시	부북면	위량리	173880.3595	228607.2617	99	1998	농업용	90	200	60	암반	때때로		
MYD-096	밀양시	부북면	위량리	173861.4244	228743.9772	95	1999	농업용	100	150	40	암반	때때로	186	
MYD-097	밀양시	부북면	월산리	173415.0000	225675.0000	38	2001	농업용	60	200	40	암반	때때로		
MYD-098	밀양시	부북면	월산리	173210.0000	225750.0000	43	1994	농업용	130	150	40	암반	때때로		
MYD-099	밀양시	부북면	월산리	173715.0000	225545.0000	38	2000	농업용	100	150	40	암반	때때로		
MYD-100	밀양시	부북면	청운리	173950.0000	225245.0000	33	1998	농업용	132	150	40	암반	때때로		
MYD-101	밀양시	부북면	청운리	174390.0000	224975.0000	23	1999	농업용	80	150	40	암반	때때로		
MYD-102	밀양시	부북면	청운리	173980.0000	224955.0000	34	1996	농업용	65	150	40	암반	때때로		
MYD-103	밀양시	부북면	청운리	173500.0000	224955.0000	37	2000	농업용	110	150	50	암반	때때로		
MYD-104	밀양시	부북면	청운리	174060.0000	224600.0000	33	1998	농업용	80	150	40	암반	때때로		
MYD-105	밀양시	부북면	청운리	173815.0000	224530.0000	33	1997	농업용	67	150	50	암반	때때로		

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년도	용도	개 심 도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토 구 경 (mm)	대수층 유형	사용 유무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYD-106	밀양시	부북면	청운리	173920.0000	224165.0000	31	1995	농업용	104	150	50	암반	때때로		
MYD-107	밀양시	부북면	청운리	174415.0000	224480.0000	30	2000	농업용	70	150	50	암반	때때로		
MYD-108	밀양시	부북면	청운리	174145.0000	224160.0000	32	1997	농업용	80	150	40	암반	때때로		
MYD-109	밀양시	부북면	청운리	174395.0000	224255.0000	27	1999	농업용	80	150	50	암반	때때로		
MYD-110	밀양시	부북면	오례리	174165.1645	222173.9360	50	1996	농업용	100	250	50	암반	빈번하게		
MYD-111	밀양시	부북면	덕곡리	174425.0000	224015.0000	26	1994	농업용	80	150	50	암반	때때로		
MYD-112	밀양시	부북면	덕곡리	174060.0000	224025.0000	30	1995	농업용	70	200	40	암반	때때로		
MYD-113	밀양시	부북면	덕곡리	174023.0000	223770.0000	28	1999	농업용	80	200	40	암반	때때로		
MYD-114	밀양시	부북면	오례리	174596.2921	222035.8851	30	2000	생활용	150	250	50	암반	빈번하게		
MYD-115	밀양시	부북면	오례리	174489.7753	221900.2778	35	1998	농업용	150	200	50	암반	때때로		
MYD-116	밀양시	부북면	오례리	174275.6696	221767.1724	50	2001	농업용	90	150	50	암반	때때로		
MYD-117	밀양시	부북면	덕곡리	174580.0000	223285.0000	23	1999	농업용	100	150	50	암반	때때로	300	
MYD-118	밀양시	부북면	감천리	175630.4775	221920.5260	15	2000	농업용	100	150	50	암반	때때로		
MYD-119	밀양시	부북면	감천리	176035.9356	222077.9942	13	1999	농업용	130	200	50	암반	때때로		
MYD-120	밀양시	부북면	감천리	175933.2919	221587.2187	12	1999	농업용	80	150	50	암반	때때로		
MYD-121	밀양시	부북면	제대리	175538.0583	220719.0590	13	2000	농업용	70	150	50	암반	때때로		
MYD-122	밀양시	부북면	제대리	175847.1293	220837.7541	11	1993	농업용	90	150	50	암반	때때로		
MYD-123	밀양시	부북면	제대리	176184.6245	220587.7062	10	1990	농업용	120	150	50	암반	때때로		
MYD-124	밀양시	부북면	제대리	175843.0774	220433.1876	10	1998	농업용	80	200	50	암반	때때로		
MYD-125	밀양시	부북면	제대리	175463.3174	220498.6563	15	1998	농업용	75	150	40	암반	때때로		
MYD-126	밀양시	부북면	제대리	175672.7468	220349.3138	15	1997	농업용	110	150	50	암반	때때로		

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년	용도	개심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사유 무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYD-127	밀양시	부북면	제대리	175174.1084	219990.2701	25	2001	농업용	80	150	50	암반	때때로		
MYD-128	밀양시	부북면	진사포리	175881.2100	219111.4891	24	2001	농업용	75	150	50	암반	때때로		
MYD-129	밀양시	부북면	진사포리	175805.8965	219323.2272	23	1998	농업용	135	200	50	암반	때때로		
MYD-130	밀양시	부북면	후사포리	175986.7495	219614.3504	16	1998	농업용	70	150	50	암반	때때로		
MYD-131	밀양시	부북면	후사포리	175551.5851	219019.2487	31	1999	농업용	70	200	50	암반	때때로		
MYD-132	밀양시	부북면	후사포리	175502.1284	219462.2123	25	1998	농업용	80	200	50	암반	때때로		
MYD-133	밀양시	부북면	위량리	174770.0000	227885.0000	78	2001	농업용	120	250	50	암반	때때로		
MYD-134	밀양시	부북면	월산리	173545.0000	226995.0000	57	1999	생활용	130	100	50	암반	빈번하게		
MYD-135	밀양시	부북면	신전리	175315.0000	223915.0000	35	1991	생활용	100	200	50	암반	빈번하게		
MYD-136	밀양시	부북면	용포리	175985.0000	224185.0000	50	1997	생활용	150	200	50	암반	빈번하게		
MYD-137	밀양시	부북면	용포리	175650.0000	223680.0000	28	2001	생활용	150	200	50	암반	빈번하게		
MYD-138	밀양시	부북면	청운리	174020.0000	225810.0000	36	1998	농업용	50	150	40	암반	때때로		
MYD-139	밀양시	부북면	무연리	174450.0000	226435.0000	50	1999	농업용	60	100	50	암반	때때로		
MYD-140	밀양시	부북면	무연리	173710.0000	226810.0000	50	2001	농업용	100	100	40	암반	때때로		
MYD-141	밀양시	부북면	감천리	175530.0000	222735.0000	14	2000	농업용	80	150	40	암반	때때로		
MYD-142	밀양시		용평동	179695.5478	221520.7347	15	1999	생활용	90	200	50	암반	빈번하게	150	
MYD-143	밀양시		내이동	176086.3625	222178.0730	12	1995	농업용	100	150	30	암반	빈번하게	209	
MYD-144	밀양시		용평동	178432.2371	221231.1634	12	1998	생활용	60	150	40	암반	빈번하게		
MYD-145	밀양시		산문동	177254.7311	220072.8278	10	2000	농업용	40	150	40	암반	때때로		
MYD-146	밀양시	상남면	우곡리	178003.5900	216730.9931	5	2001	농업용	120	200	80	암반	때때로		
MYD-147	밀양시	상남면	우곡리	178337.0625	216746.5454	6	2000	농업용	106	150	50	암반	때때로		

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년도	용도	개발 심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사용 유무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYD-148	밀양시	상남면	우곡리	179101.3452	216523.5576	6	2000	농업용	123	150	40	암반	때때로		
MYD-149	밀양시	상남면	기산리	177143.4182	217918.3768	10	2000	생활용	130	200	40	암반	빈번하게		
MYD-150	밀양시	상남면	기산리	177436.4619	217719.3155	28	1997	생활용	100	250	50	암반	빈번하게		
MYD-151	밀양시	상남면	연금리	178174.2134	216533.7360	6	1998	농업용	100	200	50	암반	때때로		
MYD-152	밀양시	상남면	연금리	178958.4925	216732.2654	6	2000	농업용	100	150	50	암반	때때로		
MYD-153	밀양시	상남면	연금리	178316.9249	216326.1553	6	1998	농업용	110	200	50	암반	때때로		
MYD-154	밀양시	상남면	연금리	179303.6041	216318.7461	5	2000	농업용	100	150	50	암반	때때로		
MYD-155	밀양시	상남면	연금리	179734.1008	216108.0140	5	2001	농업용	34	200	50	암반	때때로		
MYD-156	밀양시	상남면	연금리	176904.3159	215652.5399	29	1997	생활용	130	150	40	암반	빈번하게		
MYD-157	밀양시	상남면	연금리	178679.8928	215903.1125	5	1999	농업용	35	150	50	암반	때때로		
MYD-158	밀양시	상남면	연금리	178578.9847	215697.9033	5	2001	농업용	110	200	80	암반	때때로		
MYD-159	밀양시	상남면	연금리	178351.9402	215682.9874	4	1998	농업용	80	150	50	암반	때때로		
MYD-160	밀양시	상남면	연금리	177590.9176	214876.4888	23	1997	생활용	200	200	50	암반	빈번하게		
MYD-161	밀양시	상남면	연금리	178480.0428	215274.9078	4	2000	농업용	100	150	40	암반	때때로		
MYD-162	밀양시	상남면	연금리	178806.1047	214962.5752	4	2000	농업용	100	150	50	암반	때때로		
MYD-163	밀양시	상남면	연금리	178904.6454	214853.0368	4	1998	농업용	100	150	50	암반	때때로		
MYD-164	밀양시	상남면	연금리	178987.1732	214646.2677	4	1999	농업용	100	150	50	암반	때때로		
MYD-165	밀양시	상남면	기산리	178410.2751	216949.2298	6	1999	농업용	90	150	80	암반	때때로		
MYD-166	밀양시	상남면	기산리	179045.7205	216952.2879	6	2001	농업용	163	150	50	암반	때때로		
MYD-167	밀양시	상남면	기산리	178930.2691	217156.3155	6	2001	농업용	100	200	60	암반	때때로		
MYD-168	밀양시	상남면	기산리	177862.3625	217595.4827	5	2000	농업용	100	200	40	암반	때때로		

Well No.	행정구역			지리적좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년도	용도	개발 심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사용 유무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYD-169	밀양시	상남면	연금리	179299.7759	214552.5051	2	1999	농업용	45	150	50	암반	때때로		
MYD-170	밀양시	상남면	연금리	179304.5736	214330.6043	2	2000	농업용	120	150	50	암반	때때로		
MYD-171	밀양시	상남면	평촌리	179385.0002	214116.6498	3	1998	농업용	140	150	50	암반	때때로		
MYD-172	밀양시	상남면	연금리	179546.9288	213922.2592	3	1999	농업용	100	150	50	암반	때때로		
MYD-173	밀양시	상남면	평촌리	180898.0038	213720.1313	4	1998	농업용	34	200	80	암반	때때로		
MYD-174	밀양시	상남면	평촌리	179996.7240	213799.4091	3	1999	농업용	38	150	50	암반	때때로		
MYD-175	밀양시	상남면	평촌리	180958.6329	213951.4831	4	2000	농업용	120	250	50	암반	때때로		
MYD-176	밀양시	상남면	조음리	177210.4664	212263.2153	26	1997	농업용	80	200	60	암반	때때로		
MYD-177	밀양시	상남면	평촌리	180926.6239	213476.3867	3	2000	농업용	52	200	50	암반	때때로		
MYD-178	밀양시	상남면	평촌리	180437.9528	213424.6359	3	1995	농업용	60	150	50	암반	때때로		
MYD-179	밀양시	상남면	평촌리	179899.8090	213354.4942	3	1997	농업용	60	150	80	암반	때때로		
MYD-180	밀양시	상남면	평촌리	180363.3172	213084.9261	3	1999	농업용	80	150	50	암반	때때로		
MYD-181	밀양시	상남면	평촌리	180079.0428	212842.7582	3	1995	농업용	100	150	50	암반	때때로		
MYD-182	밀양시	상남면	평촌리	180941.5310	212979.4411	4	1998	농업용	80	150	50	암반	때때로		
MYD-183	밀양시	상남면	평촌리	180495.0889	212782.0102	3	2001	농업용	150	200	50	암반	때때로		
MYD-184	밀양시	상남면	평촌리	180238.0105	212431.9142	3	1995	농업용	50	150	50	암반	때때로		
MYD-185	밀양시	상남면	평촌리	180801.9655	212510.9195	3	2001	농업용	30	150	50	암반	때때로		
MYD-186	밀양시	상남면	평촌리	180693.0486	212293.1600	3	1999	농업용	30	200	50	암반	때때로		
MYD-187	밀양시	상남면	평촌리	179898.9913	211517.3255	2	1994	농업용	180	200	50	암반	때때로		
MYD-188	밀양시	상남면	평촌리	180227.6926	212039.0999	3	2001	농업용	60	200	50	암반	때때로		
MYD-189	밀양시	상남면	동산리	179416.3731	210882.1652	13	1997	생활용	120	200	50	암반	때때로		

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년	용도	개심 도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사유	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYD-190	밀양시	상남면	동산리	180069.9648	210613.8589	3	2000	농업용	80	150	60	암반	때때로		
MYD-191	밀양시	상남면	동산리	180427.2634	210030.0316	4	2000	농업용	70	100	50	암반	때때로		
MYD-192	밀양시	상남면	동산리	180666.0457	209451.5436	5	1999	농업용	30	150	50	암반	때때로		
MYD-193	밀양시	상남면	외산리	181082.1638	209119.0234	4	1999	농업용	60	150	50	암반	때때로		
MYD-194	밀양시	상남면	외산리	180565.3871	209008.0173	3	2000	농업용	60	150	50	암반	때때로		
MYD-195	밀양시	상남면	조율리	177003.0148	212291.3437	32	2002	농업용	120	200	80	암반	때때로		
MYD-196	밀양시	상남면	동산리	178221.2804	210015.6903	8	1997	농업용	130	200	50	암반	때때로		
MYD-197	밀양시	상남면	남산리	176084.6901	214244.2422	58	1995	생활용	100	200	50	암반	빈번하게		
MYD-198	밀양시	상남면	남산리	176078.2005	214728.6812	76	2001	농업용	135	250	50	암반	빈번하게	206	
MYD-199	밀양시	상남면	남산리	175017.5828	215695.5716	213	1995	생활용	150	200	60	암반	빈번하게	176	
MYD-200	밀양시	상남면	남산리	175023.3286	214666.4782	135	2000	농업용	100	150	40	암반	때때로		
MYD-201	밀양시	상남면	남산리	174851.0951	214714.4876	143	1994	생활용	110	250	60	암반	빈번하게		
MYD-202	밀양시	상남면	동산리	179296.1927	211018.5509	15	1998	농업용	100	200	50	암반	때때로		
MYD-203	밀양시	상남면	예림리	179127.4110	217884.0591	6	1995	농업용	200	200	50	암반	때때로	309	
MYD-204	밀양시	상남면	예림리	178621.0672	218708.2473	6	1997	생활용	150	200	50	암반	빈번하게		
MYD-205	밀양시	삼랑진읍	임천리	180373.1062	217030.5506	6	2000	생활용	170	200	50	암반	빈번하게		
MYD-206	밀양시	삼랑진읍	창학리	182816.3853	216536.0932	17	1997	농업용	120	250	50	암반	때때로		
MYD-207	밀양시	삼랑진읍	검세리	186864.8976	211943.2689	3	2000	농업용	120	150	40	암반	빈번하게	125	
MYD-208	밀양시	삼랑진읍	율동리	185400.0398	212195.0614	8	1992	생활용	100	200	50	암반	빈번하게	150	
MYD-209	밀양시	삼랑진읍	율동리	185404.3761	213048.2190	17	2001	생활용	108	200	50	암반	빈번하게	208	
MYD-210	밀양시	삼랑진읍	율동리	185544.7276	212648.3840	8	2000	생활용	130	150	30	암반	빈번하게	260	

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년도	용도	개심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사용 유무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYD-211	밀양시	삼랑진읍	울동리	186344.9249	213251.0295	8	1999	농업용	60	150	40	암반	때때로		
MYD-212	밀양시	삼랑진읍	우곡리	186478.4823	215384.5876	48	1998	생활용	150	200	50	암반	때때로		
MYD-213	밀양시	삼랑진읍	미진리	182372.2690	210645.6962	4	2000	농업용	65	200	50	암반	때때로		
MYD-214	밀양시	삼랑진읍	웅진리	184597.2779	214239.1897	53	2000	농업용	100	200	60	암반	때때로	205	
MYD-215	밀양시	삼랑진읍	웅진리	184622.3165	215027.1331	70	2001	농업용	214	250	50	암반	때때로	255	
MYD-216	밀양시	삼랑진읍	웅진리	184275.7537	215492.0589	87	2001	농업용	114	250	50	암반	때때로	254	
MYD-217	밀양시	삼랑진읍	울동리	185464.0374	214347.0216	30	1995	농업용	100	250	50	암반	때때로		
MYD-218	밀양시	삼랑진읍	울동리	185819.2315	214558.4302	27	2000	농업용	75	150	40	암반	때때로		
MYD-219	밀양시	상동면	금산리	178200.9361	228904.5276	30	2000	농업용	186	150	50	암반	때때로		
MYD-220	밀양시	상동면	안인리	178306.1690	227070.2443	27	2000	농업용	100	150	50	암반	때때로		
MYD-221	밀양시	상동면	안인리	178516.2856	227145.7650	26	1999	농업용	30	200	60	암반	때때로		
MYD-222	밀양시	상동면	안인리	178441.7073	226787.1725	25	1994	농업용	70	200	50	암반	때때로		
MYD-223	밀양시	상동면	안인리	178591.6871	226627.0681	25	1998	농업용	90	200	50	암반	때때로		
MYD-224	밀양시	상동면	가곡리	180116.2873	225606.3900	32	1996	농업용	70	150	60	암반	때때로		
MYD-225	밀양시	상동면	신곡리	183380.1555	232162.3359	50	2000	농업용	80	150	40	암반	때때로		
MYD-226	밀양시	상동면	고정리	180953.7370	229383.9854	48	1998	농업용	80	250	50	암반	때때로	290	
MYD-227	밀양시	상동면	고정리	180795.0228	229492.9132	47	2001	생활용	90	250	50	암반	빈번하게		
MYD-228	밀양시	상동면	고정리	180138.0163	229461.0313	37	2001	농업용	150	200	40	암반	때때로		
MYD-229	밀양시	상동면	신곡리	183101.7406	232202.4001	53	2000	농업용	130	150	40	암반	때때로		
MYD-230	밀양시	상동면	옥산리	176418.8830	229639.1324	72	2000	생활용	120	250	60	암반	빈번하게	209	
MYD-231	밀양시	상동면	옥산리	176250.8911	229486.9498	73	1996	농업용	80	200	60	암반	때때로	205	

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년도	용도	개발 심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사유 유무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYD-232	밀양시	상동면	매화리	182345.0016	231798.1810	48	2000	농업용	98	250	60	알반	때때로	309	
MYD-233	밀양시	상동면	고정리	180919.1943	228466.9492	87	1995	농업용	200	200	60	알반	때때로	350	
MYD-234	밀양시	상동면	고정리	181094.9540	229226.2377	53	2000	생활용	85	100	40	알반	빈번하게	53	
MYD-235	밀양시	상동면	도곡리	183677.7958	228849.7388	183	1997	생활용	150	250	60	알반	빈번하게	219	
MYD-236	밀양시	산외면	금곡리	181512.3478	225154.6606	64	2000	농업용	100	200	50	알반	때때로		
MYD-237	밀양시	산외면	괴곡리	186184.5425	226681.9954	68	1997	농업용	120	250	80	알반	때때로		
MYD-238	밀양시	산외면	괴곡리	186112.1866	226653.4894	123	1996	농업용	150	250	80	알반	때때로		
MYD-239	밀양시	산외면	금곡리	184708.9072	223496.0529	50	2000	농업용	100	150	50	알반	때때로		
MYD-240	밀양시	산외면	금곡리	184634.1379	223785.6526	80	1999	농업용	80	200	60	알반	때때로		
MYD-241	밀양시	산외면	금곡리	184623.5852	224022.7306	123	2000	생활용	145	200	60	알반	때때로		
MYD-242	밀양시	산외면	금곡리	185127.2478	223328.9814	37	2000	농업용	100	200	50	알반	때때로		
MYD-243	밀양시	산외면	금곡리	184866.8682	223139.9876	107	2002	농업용	130	200	50	알반	때때로		
MYD-244	밀양시	산외면	괴곡리	186265.6087	226327.6675	60	1997	농업용	80	200	50	알반	때때로		
MYD-245	밀양시	산외면	임광리	182842.5020	227266.8249	297	2000	농업용	130	250	50	알반	때때로	262	
MYD-246	밀양시	산외면	괴곡리	186550.3639	226240.9938	58	1997	농업용	140	200	60	알반	빈번하게		
MYD-247	밀양시	산외면	다죽리	183029.6510	222060.5744	27	1999	농업용	70	100	50	알반	때때로		
MYD-248	밀양시	산외면	다죽리	182927.3684	221650.5573	23	2000	생활용	110	200	80	알반	때때로		
MYD-249	밀양시	산외면	금천리	181756.0240	222425.9525	21	1997	농업용	80	200	80	알반	때때로		
MYD-250	밀양시	산외면	금천리	181474.3051	222172.4094	19	1997	농업용	70	100	50	알반	때때로		
MYD-251	밀양시	산외면	금천리	181361.7699	222458.3812	19	1999	농업용	80	200	60	알반	때때로		
MYD-252	밀양시	산외면	남가리	180947.0741	223611.5951	32	2000	농업용	75	100	50	알반	때때로		

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년도	용도	개발 심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사용 유무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYD-253	밀양시	산외면	남가리	181659.3829	223474.0185	53	2001	농업용	130	150	40	암반	때때로		
MYD-254	밀양시	산외면	임광리	181173.8893	224349.2942	64	1998	생활용	120	250	50	암반	때때로		
MYD-255	밀양시	산외면	임광리	181868.2540	225704.4986	107	1999	농업용	80	100	40	암반	때때로		
MYD-256	밀양시	산외면	남가리	180792.6915	223298.0210	23	1999	농업용	70	150	80	암반	때때로		
MYD-257	밀양시	산외면	남가리	179925.8295	223710.7934	18	2001	농업용	100	200	80	암반	때때로		
MYD-258	밀양시	산외면	남가리	179680.4617	223761.3355	19	1994	농업용	120	150	50	암반	때때로		
MYD-259	밀양시	산내면	웅전리	187233.0294	229069.6251	89	1998	생활용	132	200	50	암반	빈번하게	253	
MYD-260	밀양시	산내면	임고리	188252.8634	229775.4967	97	1999	생활용	150	250	70	암반	빈번하게	226	
MYD-261	밀양시	산내면	임고리	189902.2000	229842.0000	133	2000	농업용	55	200	60	암반	때때로		
MYD-262	밀양시	산내면	임고리	190024.5000	228988.6000	173	1998	생활용	90	200	50	암반	빈번하게		
MYD-263	밀양시	산내면	송백리	189472.9830	231164.1021	124	1996	농업용	100	250	60	암반	때때로	219	
MYD-264	밀양시	산내면	송백리	189712.4454	231096.4771	132	2001	생활용	100	200	50	암반	빈번하게		
MYD-265	밀양시	산내면	송백리	189365.0032	231564.4137	126	2000	농업용	77	150	50	암반	때때로		
MYD-266	밀양시	산내면	원서리	192808.7053	233890.6647	169	2000	생활용	115	200	50	암반	빈번하게		
MYD-267	밀양시	산내면	원서리	193114.8017	234072.7166	175	1999	농업용	80	250	50	암반	때때로	311	
MYD-268	밀양시	산내면	원서리	193942.4626	233243.6688	191	2000	생활용	110	200	50	암반	빈번하게	150	
MYD-269	밀양시	산내면	임고리	189221.5000	229610.2000	127	1999	생활용	171	250	50	암반	빈번하게		
MYD-270	밀양시	산내면	임고리	188948.9000	229740.7000	169	2000	생활용	110	200	40	암반	빈번하게		
MYD-271	밀양시	산내면	봉의리	188040.4384	232024.6426	133	2000	농업용	100	250	50	암반	때때로	216	
MYD-272	밀양시	산내면	봉의리	186331.3609	232010.7941	382	2001	농업용	130	200	50	암반	때때로	200	
MYD-273	밀양시	산내면	송백리	189318.2370	231922.2241	123	2000	생활용	135	250	40	암반	빈번하게		

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년도	용도	개발 심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사용 유무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYD-274	밀양시	산내면	송백리	189681.1930	231508.1229	140	1995	농업용	90	150	40	암반	때때로		
MYD-275	밀양시	산내면	송백리	190928.5374	231504.9574	217	1999	농업용	154	250	50	암반	때때로	207	
MYD-276	밀양시	산내면	가인리	190219.5847	233476.8845	135	2000	농업용	100	150	40	암반	때때로		
MYD-277	밀양시	하남읍	남전리	174377.3699	212329.7511	47	2000	농업용	150	100	40	암반	때때로		
MYD-278	밀양시	하남읍	파서리	177388.7017	209215.3005	6	1999	농업용	60	200	50	암반	때때로		
MYD-279	밀양시	하남읍	파서리	177579.3914	209590.6806	6	2000	농업용	95	150	40	암반	때때로		
MYD-280	밀양시	하남읍	백산리	177810.8518	209040.4790	4	2001	농업용	110	100	50	암반	때때로		
MYD-281	밀양시	하남읍	백산리	177670.3528	208575.2084	4	2001	농업용	40	200	80	암반	때때로		
MYD-282	밀양시	하남읍	백산리	176006.1466	208496.9030	7	2000	농업용	30	150	50	암반	때때로		
MYD-283	밀양시	하남읍	백산리	176222.9708	207973.9969	7	2001	농업용	30	200	50	암반	때때로		
MYD-284	밀양시	하남읍	백산리	176404.5081	207578.3337	7	2001	농업용	36	200	60	암반	때때로		
MYD-285	밀양시	하남읍	남전리	174082.4172	212431.9239	60	2001	농업용	112	250	50	암반	때때로	226	
MYD-286	밀양시	하남읍	남전리	173628.8160	212748.6889	75	2000	농업용	90	100	40	암반	때때로		
MYD-287	밀양시	하남읍	백산리	176019.4805	207487.1354	7	2001	농업용	36	200	80	암반	때때로		
MYD-288	밀양시	하남읍	백산리	176255.6891	207304.6567	7	2001	농업용	40	150	50	암반	때때로		
MYD-289	밀양시	하남읍	백산리	176047.0580	206936.0461	7	1995	생활용	55	150	50	암반	때때로		
MYD-290	밀양시	하남읍	백산리	176107.1223	206662.3620	11	2001	농업용	40	150	50	암반	때때로		
MYD-291	밀양시	하남읍	명례리	179647.2637	206298.4173	8	1993	농업용	45	200	50	암반	때때로		
MYD-292	밀양시	하남읍	수산리	175617.8150	207790.7926	7	2000	농업용	80	150	50	암반	때때로		
MYD-293	밀양시	하남읍	수산리	175246.3806	208045.8242	9	1999	농업용	40	100	40	암반	때때로		
MYD-294	밀양시	하남읍	백산리	176670.9423	207089.4766	7	2001	농업용	40	150	40	암반	때때로		

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년	용도	개심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사용 유	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYD-295	밀양시	하남읍	백산리	177190.2383	205988.5325	9	2001	농업용	52	100	50	암반	때때로		
MYD-296	밀양시	하남읍	백산리	177715.5208	206538.1060	7	2000	농업용	30	100	40	암반	때때로		
MYD-297	밀양시	하남읍	백산리	178225.4762	207529.8581	7	2000	농업용	36	150	50	암반	때때로		
MYD-298	밀양시	하남읍	백산리	177936.9244	207006.4521	7	1999	농업용	32	100	50	암반	때때로		
MYD-299	밀양시	하남읍	백산리	178165.4117	208026.6872	7	2000	농업용	30	100	40	암반	때때로		
MYD-300	밀양시	하남읍	백산리	177309.9471	206723.8012	7	1996	농업용	37	150	40	암반	때때로		
MYD-301	밀양시	하남읍	백산리	177581.3138	207647.3911	6	2000	농업용	30	150	40	암반	때때로		
MYD-302	밀양시	하남읍	백산리	178083.5267	206788.3773	7	2000	농업용	32	100	50	암반	때때로		
MYD-303	밀양시	하남읍	백산리	178513.7632	207745.8469	7	1999	농업용	36	100	40	암반	때때로		
MYD-304	밀양시	하남읍	백산리	178691.0075	207086.5211	8	2001	농업용	33	100	40	암반	때때로		
MYD-305	밀양시	하남읍	명례리	178880.3767	206507.6537	8	2001	농업용	36	150	50	암반	때때로		
MYD-306	밀양시	하남읍	명례리	179552.9488	208206.0166	4	2001	농업용	30	150	60	암반	때때로		
MYD-307	밀양시	하남읍	명례리	179344.4367	207594.9406	5	1998	농업용	35	100	40	암반	때때로		
MYD-308	밀양시	하남읍	명례리	179177.8221	207098.3400	8	2000	농업용	30	150	60	암반	때때로		
MYD-309	밀양시	하남읍	명례리	179341.0391	206505.4441	8	2001	농업용	30	150	50	암반	때때로		
MYD-310	밀양시	하남읍	명례리	179288.4155	206824.4427	3	2001	농업용	30	150	50	암반	때때로		
MYD-311	밀양시	하남읍	명례리	179804.0948	207572.5610	4	2000	농업용	65	150	50	암반	때때로		
MYD-312	밀양시	하남읍	명례리	180074.5813	207098.3372	5	1999	농업용	42	100	50	암반	때때로		
MYD-313	밀양시	하남읍	수산리	173358.1969	209222.7639	5	2001	농업용	80	200	80	암반	때때로		
MYD-314	밀양시	하남읍	수산리	173699.0633	209553.3510	5	2001	농업용	120	200	40	암반	때때로		
MYD-315	밀양시	하남읍	파서리	177111.1862	211414.1645	14	1997	농업용	100	200	50	암반	때때로		

Well No.	행정구역			지리적좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년도	용도	개발 심도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토출 구경 (mm)	대수층 유형	사용 유무	양수량 (m ³ /day)	비고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYD-316	밀양시	하남읍	파서리	176822.4515	211704.7585	13	2000	농업용	80	200	80	암반	때때로		
MYD-317	밀양시	하남읍	파서리	177022.5440	210189.2990	23	1992	생활용	70	200	40	암반	빈번하게		
MYD-318	밀양시	하남읍	파서리	176419.1337	210137.0202	15	1982	생활용	60	200	40	암반	때때로		
MYD-319	밀양시	하남읍	양동리	175052.5280	209283.6764	14	2000	생활용	100	200	80	암반	빈번하게		
MYD-320	밀양시	하남읍	백산리	177026.7245	208847.3178	6	1998	생활용	130	200	80	암반	때때로		
MYD-321	밀양시	단장면	사연리	189819.3597	224628.9054	64	2000	농업용	100	150	40	암반	때때로		
MYD-322	밀양시	단장면	무룡리	189418.3234	222608.9806	70	2001	농업용	53	150	50	암반	때때로		
MYD-323	밀양시	단장면	구천리	195023.4655	225829.0991	157	2000	생활용	130	200	50	암반	빈번하게		
MYD-324	밀양시	단장면	구천리	193018.3360	226826.9427	143	2000	생활용	110	200	50	암반	때때로		
MYD-325	밀양시	단장면	고례리	193426.2300	222195.7074	142	1998	생활용	120	250	50	암반	때때로		
MYD-326	밀양시	단장면	범도리	191899.6963	224948.8921	89	1989	생활용	96	200	50	암반	때때로	250	
MYD-327	밀양시	단장면	구천리	195518.1503	225890.6822	163	1995	생활용	130	250	50	암반	빈번하게		
MYD-328	밀양시	단장면	국천리	191060.0000	220165.0000	122	2000	생활용	100	200	80	암반	때때로		
MYD-329	밀양시	단장면	감물리	188963.5231	217789.0741	293	2001	농업용	100	250	50	암반	때때로	255	
MYD-330	밀양시	단장면	감물리	188598.0898	217306.9295	316	1999	농업용	90	200	50	암반	때때로	336	
MYD-331	밀양시	단장면	감물리	188861.5025	217061.9010	326	2001	농업용	100	250	50	암반	때때로	319	
MYD-332	밀양시	단장면	감물리	188809.4117	217364.8765	292	1998	농업용	80	150	50	암반	때때로		
MYD-333	밀양시	단장면	감물리	188612.1145	217860.6484	277	1987	농업용	80	250	80	암반	때때로	303	
MYD-334	밀양시	단장면	감물리	188165.4555	218333.0357	273	2000	농업용	130	200	60	암반	때때로		
MYD-335	밀양시	단장면	범흥리	185747.8701	219415.7304	107	2002	농업용	80	150	40	암반	때때로		
MYD-336	밀양시	단장면	범흥리	186156.1622	220057.1745	69	1997	농업용	70	150	40	암반	때때로		

Well No.	행정 구역			지리적 좌표 (TM좌표)		표고 (msl) (m)	완공 년	용 도	개 심 도 (m)	케이싱 구경 (mm)	토 구 경 (mm)	대수층 유 형	사 용 무 유	양수량 (m ³ /day)	비 고
	시도	읍면	동리	TM_X	TM_Y										
MYD-337	밀양시	단장면	벌홍리	186307.0257	220133.0368	69	1999	농업용	100	150	40	암반	때때로		
MYD-338	밀양시	단장면	벌홍리	186280.7791	220681.6611	54	1997	농업용	80	150	40	암반	때때로		
MYD-339	밀양시	단장면	안법리	186152.8292	221149.6196	53	1997	농업용	30	300	50	암반	때때로		
MYD-340	밀양시	단장면	안법리	185950.5232	221250.7787	49	1994	농업용	94	150	50	암반	때때로		
MYD-341	밀양시	단장면	안법리	185717.5267	221466.3612	42	1999	농업용	84	150	40	암반	때때로		
MYD-342	밀양시	단장면	미촌리	184924.9957	221721.1009	36	1996	농업용	200	150	50	암반	때때로		
MYD-343	밀양시	단장면	무거리	189135.6308	223877.0263	59	1997	농업용	110	200	50	암반	때때로		
MYD-344	밀양시	단장면	벌홍리	185761.8995	219246.9005	108	1997	농업용	120	200	50	암반	비사용		
MYD-345	밀양시	단장면	미촌리	186331.8779	221512.5542	42	1998	농업용	80	150	50	암반	때때로		