

Landsat TM 영상에 의한 호수의 수질인자 추출 Water Quality Elements Extraction of Lake by the Landsat TM Images

최승필* · 양인태**

Choi, Seung-Pil · Yang, In-Tae

요 旨

수질오염 현상을 규명하기 위해서는 지속적으로 호수의 수질을 조사할 필요가 있는데 이것은 시간과 경비가 많이 소요될 뿐만 아니라 광범위한 지역을 조사하기가 상당히 어렵다. 그러나 인공위성에 의한 원격탐사 기법은 동시에 넓은 지역에 걸쳐 수질상태를 측정할 수 있고 또한 주기적으로 동일 지점을 측정할 수 있기 때문에 수질을 조사하는데 효과가 크다. 또한 Landsat의 센서들 중에는 파장별로 물체를 감지하는 특성이 있어서 수질의 분포를 단 시간내에 비교적 정확하게 확인해 낼 수 있으며 그 영상을 Color로 표현하는 것이 가능하다. 따라서 본 연구는 인공위성 자료를 이용하여 투명도, 수심, 표층수온 등 수질인자 추출을 시도하고 그에 따른 수질인자 실험식을 제시하여 화진포호의 수질분포 영상도를 작성하였다. Landsat TM 영상의 DN으로부터 수질인자를 추출하고 이것을 다시 GIS를 이용하여 TIN 분석을 한 후 수질분포 영상도를 작성하면 실제 관측하여 얻어진 값을 이용하여 나타낸 것 보다 광범위한 지역에 대하여 비교적 정확한 패턴임을 알 수 있다.

ABSTRACT

It is necessary to check the water quality of the lake on a continuous basis to determine the appearance of water pollution; however, it not only takes much time and expenses but it is considerably difficult to investigate the wide range of the area. If we use the remote sensing technique through the use of satellites, the status of water quality can be checked covering many wide areas simultaneously; and because the same area can be measured on a periodic basis, it is extremely effective in investigating the water quality. Furthermore, as some of the Landsat sensors carry characteristics which sense objects according to wave length, the distribution of water quality can be checked relatively accurately within a short period of time, while its image can be displayed in color. Hence, this research has attempted to extract water quality elements, such as transparency, water depth, and surface water temperature by utilizing the satellite data, and has prepared the water quality distribution image map of the Lake Hwajinpo by presenting the related empirical formula of the water quality elements. If the water quality distribution image map is prepared after extracting the water quality elements from the DN of the Landsat TM image and then carrying out TIN analysis through the use of GIS, relatively more accurate pattern can be learned covering a wide rage of area than the pattern presented based on the value obtained from actual observation.

1. 서 론

최근 들어 호수수질 오염의 원인을 보면 대부분의 경우 우 주변의 생활폐수, 인근의 축산 폐수 및 논에서 인이 집중적으로 폐쇄성 수역으로 유입되어 수질오염이 큰

*관동대학교 토목공학과 교수

**강원대학교 토목공학과 교수

사회적 문제가 되고 있다. 이러한 수질오염 현상을 규명하기 위해서는 지속적으로 호수의 수질을 조사할 필요가 있다. 그러나 종래의 방법으로는 시간과 경비가 많이 소요될 뿐만 아니라 광범위한 지역을 조사하기가 상당히 어렵다. 그러나 전자공학의 발달로 해상력이 뛰어난 Sensor들이 많이 개발되고 있다.^{1,2)} 특히 원격탐사 기법을 이용한 인공위성영상 분석은 보다 광범위하고

동시적이며 신속하게 수질오염 현상을 규명하는 것이 가능하게 될 뿐 아니라 비용절감 및 미래의 예측까지도 가능하게 되었다.^{3,4)}

인공위성에 의한 원격탐사 기법은 동시에 넓은 지역에 걸쳐 수질상태를 측정할 수 있고 또한 주기적으로 동일지점을 관측할 수 있으며 전자파를 이용하여 수량적으로 기록하기 때문에 수질인자를 추출하는데 효과가 크다. 특히 표층수온을 추출하기 위해서 몇몇 학자들과 NASA에 의해서 수치적 자료를 조도온도로 바꾸는 절대보정 방식이 개발되었다.^{5,8)}

또한 Landsat의 센서들 중에는 파장별로 물체를 감지하는 특성이 있어서 수질의 분포를 정확하게 확인해 낼 수 있는데 그 영상을 Color로 표현하는 것이 가능하다.

따라서 본 연구는 1995년 10월 26일에 관측한 인공위성 자료를 이용하여 투명도, 수심, 표층수온의 수질인자 추출을 시도하고 그에 따른 수질분석 실험식을 제시하여 호수의 수질분포 영상도를 작성하여 수질오염을 감시하려는데 있다.

2. 연구방법

2.1 원격탐사에 의한 해석 방법

원격탐사는 지상에 있는 대상물의 성질, 종류, 형상 등을 직접 접촉하지 않고 측정하기 때문에 넓은 지역에 대한 환경상태를 동시에 측정할 수 있다. 호수에 대해서도 수질이 서로 다름에 따라 태양광을 반사하는 스펙트럼특성이 다르기 때문에 위성에서 태양의 반사스펙트럼을 측정하므로 수질분포의 정량적 측정이 가능하다.⁹⁾

본 연구에서는 인공위성이 관측하는 시각에 화진포호 현지에서 수질에 대한 데이터를 수집해서 Landsat TM 데이터와의 상관관계 해석을 행하였다. 호수내 20개 정점에 대해서 각 band와 수질에 대한 요소를 대응시켜서 상관계수를 계산하였다. 이것에서 상관계수가 높은 정도를 조사해서 상관계수가 높은 것에 대해서 최소자승법을 이용하여 실험식을 구하였다. 또, 상관계수가 낮은 것에 대해서도 분포도의 상태에 어떤 관계가 있는지를 유출해서 어떤 관련이 있으면 상관계수를 구해서 값이 높을 경우 실험식을 도출했다. 그리고 각 지점에 대해서 수질에 관한 항목과 band 간의 연산값을 대응시켜서 그 상관을 단밴드의 경우와 같이 조사하였다.

이렇게 하여 얻어진 실험식을 이용해서 호수의 수질

분포 영상도를 작성하였다.

이상의 것을 요약하여 나타낸 데이터 처리 흐름도는 그림 1과 같다.⁷⁾

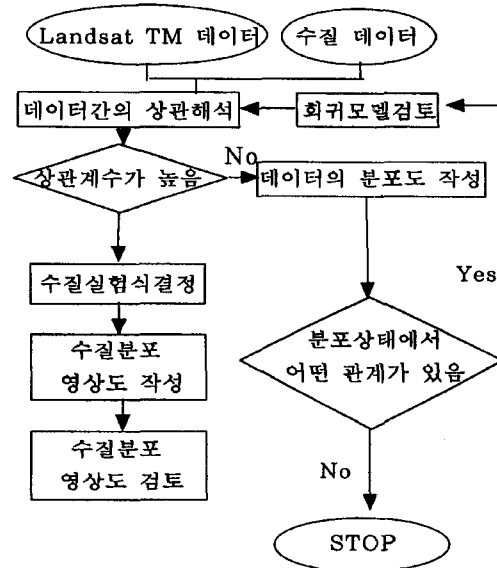


그림 1. 데이터 처리 흐름도

band 간의 연산값에 대해서는

- 1) band A - band B
- 2) band A / band B
- 3) band A × band B
- 4) band A + band B

식을 이용하였으며 여기서 A, B=band 1, band 2, band 3, band 4, band 5, band 7이다.

2.2 현장자료

Landsat가 관측한 1995년 10월 26일에 화진포 현지에서 관측지점을 선정하여 수질에 관한 데이터를 수집하였다.

- 1) 대상수역 화진포호
- 2) 관측일시 1995년 10월 26일
오전 9시 5분~오후 2시
- 3) 관측항목 호수내 20개점에 대하여 투명도, 수심 및 표층수온 등의 3개 항목에 관한 수질 데이터
그림 2에서와 같이 20개 지점에서 수질데이터를 관측하였으며 이에 관한 데이터는 표 1에 나타내었다.

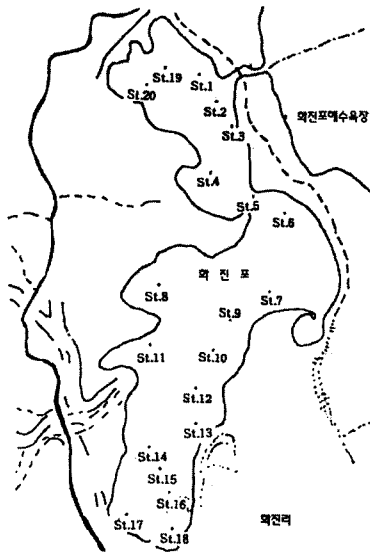


그림 2. 화진포호내의 관측점점

표 1. 관측하여 얻어진 수질측정결과

측정점	위 치		투명도 (m)	수심 (m)	수온 (°C)
	경 도	위 도			
St. 1	128° 26' 11.7"	38° 28' 38.2"	2.3	2.5	16.1
St. 2	128° 26' 17.2"	38° 28' 29.7"	1.7	3.4	16.0
St. 3	128° 26' 20.0"	38° 28' 28.5"	0.2	0.3	15.8
St. 4	128° 26' 12.5"	38° 28' 21.1"	0.8	3.3	15.9
St. 5	128° 26' 24.0"	38° 28' 16.2"	0.8	0.8	17.7
St. 6	128° 26' 32.4"	38° 28' 13.5"	0.3	0.3	17.5
St. 7	128° 26' 26.0"	38° 27' 52.7"	2.0	3.3	15.7
St. 8	128° 25' 59.7"	38° 27' 56.0"	2.5	3.3	17.5
St. 9	128° 26' 21.9"	38° 27' 47.2"	0.3	2.5	17.4
St.10	128° 26' 18.6"	38° 27' 45.8"	2.1	3.0	17.2
St.11	128° 25' 55.7"	38° 27' 43.3"	0.3	2.6	17.9
St.12	128° 26' 15.7"	38° 27' 37.6"	2.6	3.1	17.0
St.13	128° 25' 55.5"	38° 27' 23.5"	2.4	3.4	16.1
St.14	128° 26' 12.4"	38° 27' 31.4"	2.0	3.0	16.6
St.15	128° 25' 55.5"	38° 27' 22.4"	1.7	1.7	16.5
St.16	128° 25' 53.9"	38° 27' 16.2"	2.6	3.5	16.4
St.17	128° 25' 55.1"	38° 27' 09.2"	1.3	1.3	16.3
St.18	128° 26' 00.9"	38° 27' 10.3"	1.2	1.3	16.9
St.19	128° 26' 08.9"	38° 28' 36.1"	1.1	3.2	16.8
St.20	128° 25' 36.1"	38° 28' 36.1"	1.1	2.8	16.2

2.3 Landsat 데이터의 추출방법

본 연구에 사용된 Landsat TM 데이터의 개요를 표

표 2. Landsat TM 데이터

촬영일시	Pass-Row	위도	경도	Format	band	구름
1995년 10월 26일	115-33	128° 26' 28" 38° 28' 10"	BSQ	1-7	0%	

표 3. 수질관측점점의 Landsat TM 데이터

관측점점	Landsat TM 데이터						
	band 1	band 2	band 3	band 4	band 5	band 6	band 7
St. 1	55	18	15	6	4	113	1
St. 2	55	18	14	6	9	111	3
St. 3	58	21	24	7	5	111	2
St. 4	56	19	19	6	6	111	7
St. 5	57	20	21	8	7	118	8
St. 6	59	23	14	7	4	117	6
St. 7	54	18	18	7	5	112	2
St. 8	54	19	18	8	4	116	4
St. 9	58	17	15	9	5	116	3
St.10	54	20	15	7	5	115	3
St.11	57	20	21	8	8	118	5
St.12	53	19	20	9	4	115	1
St.13	53	20	15	8	6	112	1
St.14	55	19	15	5	6	114	3
St.15	54	20	16	8	5	114	2
St.16	52	20	15	8	8	113	3
St.17	55	20	15	6	5	112	3
St.18	56	19	15	7	5	115	3
St.19	55	17	14	6	8	115	3
St.20	56	19	14	9	4	111	1

2에 나타내었으며 이 데이터의 추출방법은 앞에서 언급된 그림 2에 표시된 20개 지점에 대응하는 Landsat TM 영상의 한 점을 결정해서 그 점과 주변을 둘러싼 8개점, 총 9개점의 DN의 평균을 구하여 그 값을 DN으로 하였다.

이러한 방법으로 각 band에 대해서 행하여 얻어진 결과가 표 3이다.

3. 해석결과 및 고찰

3.1 TM 영상과 수질데이터의 단상관(單相關) 관계

표 4는 각 수질인자의 관측값과 Landsat TM 데이터와의 단회귀분석을 하여 얻어진 상관계수를 각 band 별로 나타낸 것이며 각 band 별로 수질인자와 DN의 분

표 4. 각 band와 수질인자와의 단회귀 분석결과

	투명도	수 심	표층수온
band 1	0.9228	0.6792	
band 2	0.2189	0.6012	
band 3	0.2750	0.2733	
band 4	0.0100	0.0100	
band 5	0.0906	0.2885	
band 6			0.9595
band 7	0.4937	0.2975	

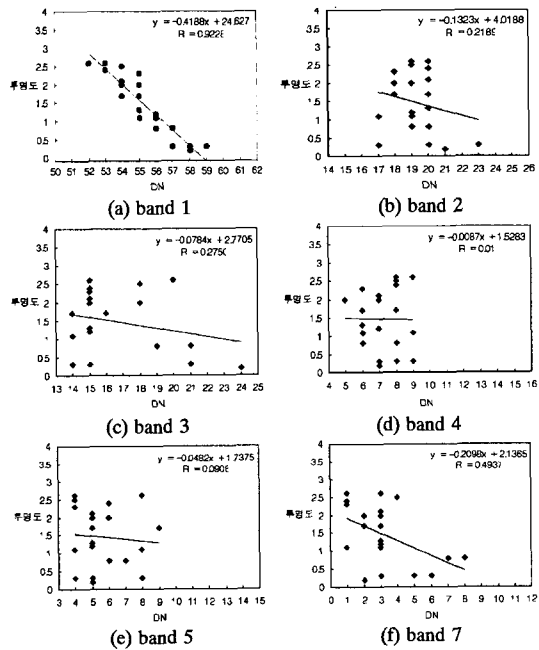


그림 3. 투명도와 DN과의 상관도

포도를 그림 3, 4, 5에 각각 나타내었다.

해석결과를 보면 투명도와 수심에서의 band 1과 표층수온에서의 band 6을 제외하고는 높은 상관계수를 나타내지 않았다. 그러나, 수질인자와 각 band의 DN과의 분포상태를 볼 때 band 6을 제외하고는 모두 반비례 관계를 나타내었다.

3.1.1 투명도

투명도에서 가장 높은 상관계수를 나타낸 것은 그림 3(a)에서 알 수 있듯이 band 1로 이 때의 실험식은 투명도(m) = $-0.4188 \times (\text{band 1}) + 24.627$ 이었으며 상관계수 R = 0.9228로 매우 높았다. 따라서 이 연구에서는 인공 위성 영상의 DN을 이용하여 투명도 분포 영상도를 구

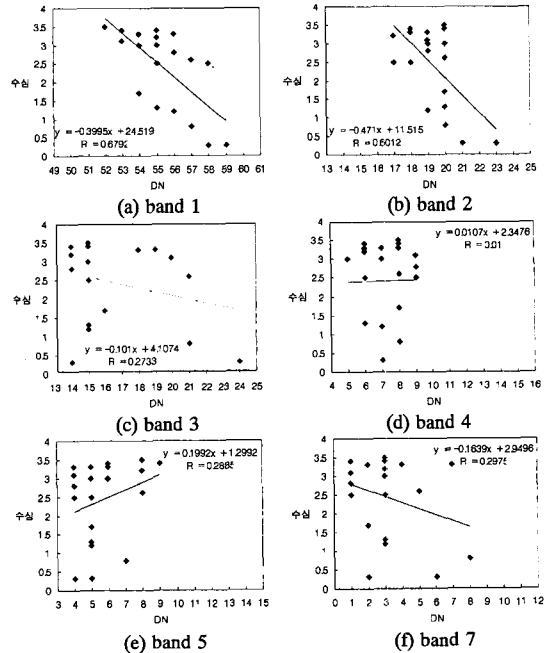


그림 4. 수심과 DN과의 상관도

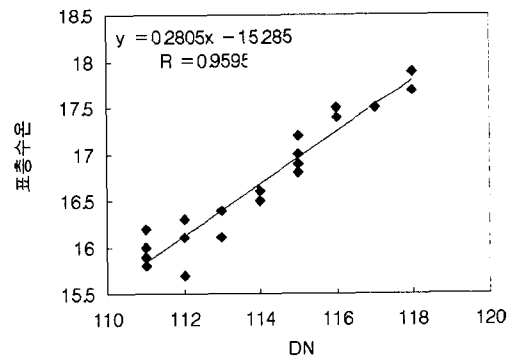


그림 5. 표층수온과 DN과의 상관도

할때 위 변환식을 그대로 사용하였다.

3.1.2 수 심

수심에서 가장 높은 상관계수를 나타낸 것도 그림 4(a)에서 알 수 있듯이 band 1로 이 때의 실험식은 수심(m) = $-0.3995 \times (\text{band 1}) + 24.519$ 이었으며 상관계수 R = 0.6792였다. 그러나 다음에서 언급된 중상관 해석에서 나타난 band 1+band 2의 상관계수 0.8109 보다 낮으므로 인공위성 데이터의 DN을 이용하여 수심을 구할 때의 변환식은 중상관 해석에서 구한 변환식을 사용하였다.

3.1.3 표층수온

앞에서 언급된 그림 2와 같이 20개 지점에서 표층수 온을 관측한 자료와 같은 날짜에 획득된 Landsat TM 데이터의 band 6에서 DN과의 상관관계를 구한 결과 그림 5에서 알 수 있듯이 실험식은 표층수온(°C)=0.2805×(band 6)-15.285였으며 이 때의 상관계수 R=0.9595로 매우 높았다. 따라서 이 연구는 인공위성 데이터의 DN을 이용하여 구할때 위 변환식을 그대로 사용하였다.

3.2 TM 영상과 수질데이터의 중상관(重相關) 관계

표 5는 각 수질인자의 관측값과 Landsat TM 데이터와의 중회귀분석을 하여 얻어진 상관계수를 각 band의 연산값 별로 나타내었으며^{5,7)} 수질인자와 DN 연산값과의 관계에서 연산값 별로 상관계수가 가장 높은 분포도를 그림 6~7에 나타내었다.

3.2.1 투명도

20개 지점에서 투명도를 관측한 자료와 같은 날짜에 관측된 Landsat TM 데이터의 DN과의 상관관계를 구하여 본 결과 가장 높은 상관 계수를 나타낸 것은 band 1+Bnad 7로서 그림 6(b)에서 알 수 있듯이 실험식은 투명도(m)=-0.2081×(band 1+band 7)+13.64였으며 이 때의 상관계수 R=0.8154로 나타났다. 그러나 단상관 해석에서 나타난 band 1에서의 상관계수 0.9228보다 낮으므로

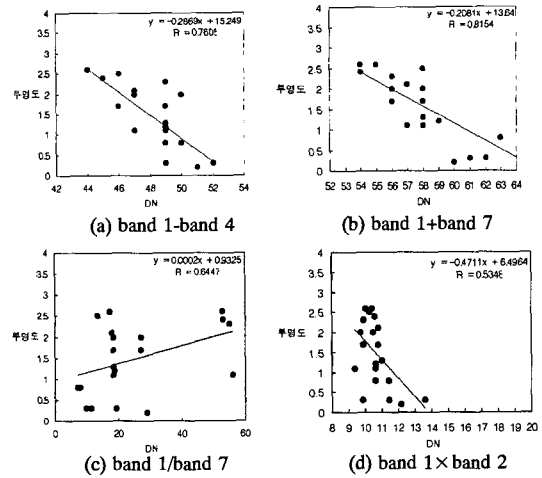


그림 6. 투명도와 DN 연산값과의 상관도

이 연구에서는 앞에서 구한 단상관의 변환식을 사용하였다.

3.2.2 수 심

수심을 관측한 자료와 같은 날짜에 획득된 Landsat TM 데이터의 DN과의 상관관계를 구하여 본 결과 가장 높은 상관계수를 나타낸 것은 band 1+band 2로서 그림 7(b)에서 알 수 있듯이 실험식은 수심(m)=-0.3421×(band 1+band 2)+27.949였으며 이 때의 상관계수 R=

표 5. 각 band의 연산값과 수질인자와의 중회귀 분석결과

A, B	투명도				수 심			
	band A-band B	band A+band B	band A/band B	band A×band B	band A-band B	band A+band B	band A/band B	band A×band B
1, 2	0.6971	0.7798	0.2452	0.5348	0.2093	0.8109	0.2627	0.7602
1, 3	0.2895	0.6597	0.001	0.4238	0.1456	0.5403	0.068	0.3793
1, 4	0.7605	0.7996	0.1285	0.2145	0.5705	0.5773	0.0825	0.1304
1, 5	0.6121	0.8054	2E-06	0.2000	0.6693	0.3521	0.2530	0.1929
1, 7	0.3742	0.8154	0.6447	0.5244	0.3418	0.5606	0.2195	0.3282
2, 3	0.0820	0.3159	0.1131	0.3262	0.1513	0.4653	0.0678	0.4428
2, 4	0.1664	0.1685	0.0714	0.0825	0.4870	0.4350	0.2202	0.2186
2, 5	0.0707	0.2364	0.0332	0.1304	0.5626	0.2015	0.4001	0.1543
2, 7	0.3295	0.4666	0.4399	0.5017	0.1217	0.5190	0.2066	0.3693
3, 4	0.2715	0.2427	0.2278	0.1718	0.2795	0.2332	0.1982	0.1755
3, 5	0.1992	0.2867	0.0141	0.2869	0.3763	0.1054	0.3106	0.0480
3, 7	0.0548	0.4488	0.4026	0.4870	0.0707	0.3501	0.1628	0.2938
4, 5	0.0949	0.0911	0.098	0.1049	0.1145	0.2713	0.1326	0.2373
4, 7	0.3943	0.4596	0.3959	0.4909	0.2766	0.2668	0.2441	0.3294
5, 7	0.3397	0.3894	0.4856	0.4377	0.4512	0.0469	0.3888	0.1338

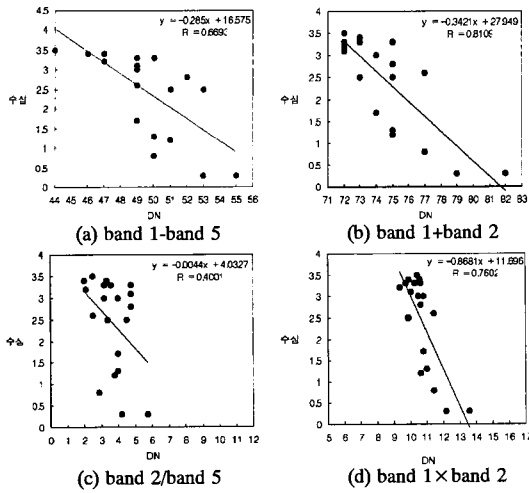


그림 7. 수심과 DN 연산값과의 상관도

0.8109로 단상관 해석에서의 상관계수 0.6792 보다 상당히 높았다. 따라서 이 연구에서는 인공위성 데이터의 DN을 이용하여 수심을 구할 때 위의 변환식을 그대로

표 6. 실험식에 의해서 계산된 값과 현장관측값

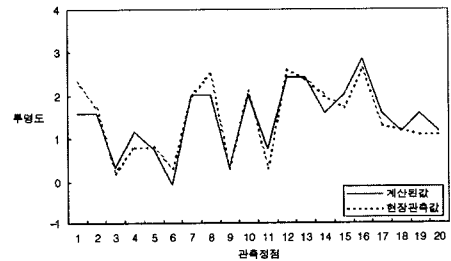
관측 정점	투명도(m)		수심(m)		표층수온(°C)	
	계산된 값	현장 관측값	계산된 값	현장 관측값	계산된 값	현장 관측값
St. 1	1.59	2.3	2.98	2.5	16.41	16.1
St. 2	1.59	1.7	2.98	3.4	15.85	16.0
St. 3	0.34	0.2	0.92	0.3	15.85	15.8
St. 4	1.17	0.8	2.29	3.3	15.85	15.9
St. 5	0.76	0.8	1.60	0.8	17.81	17.7
St. 6	-0.08	0.3	-0.1	0.3	17.53	17.5
St. 7	2.01	2.0	3.32	3.3	16.13	15.7
St. 8	2.01	2.5	2.98	3.3	17.25	17.5
St. 9	0.34	0.3	2.29	2.5	17.25	17.4
St.10	2.01	2.1	2.63	3.0	16.97	17.2
St.11	0.76	0.3	1.60	2.6	17.81	17.9
St.12	2.43	2.6	3.32	3.1	16.97	17.0
St.13	2.43	2.4	2.98	3.4	16.13	16.1
St.14	1.59	2.0	2.63	3.0	16.69	16.6
St.15	2.01	1.7	2.63	1.7	16.69	16.5
St.16	2.85	2.6	3.32	3.5	16.41	16.4
St.17	1.59	1.3	2.29	1.3	16.13	16.3
St.18	1.17	1.2	2.29	1.3	16.97	16.9
St.19	1.59	1.1	3.32	3.2	16.97	16.8
St.20	1.17	1.1	2.29	2.8	15.85	16.2

사용하였다.

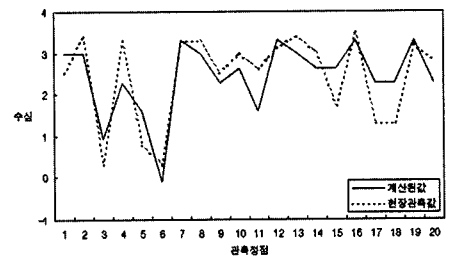
3.3 TM 영상으로부터의 수질인자추출

앞에서 언급한 수질인자에 대하여 실험식에 의해서 투명도, 수심, 표층수온을 추정할 수 있으므로 이 실험식을 이용하여 계산된 것이 표 6과 같으며 이것을 투명도, 수심, 표층수온별로 상관도를 나타내면 그림 8과 같다. 표 6에서 현장관측값에 대한 편차를 각각 구하여 나타내고 그 결과를 도시하면 표 7과 그림 9와 같다.

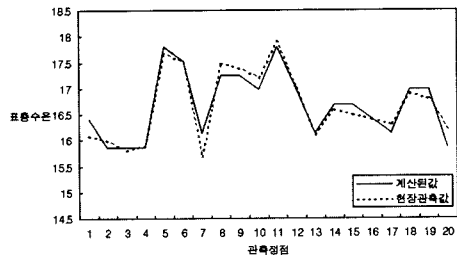
표 7에서 알 수 있듯이 현장관측값에 대한 RMSE는 투명도에서 0.314 m, 수심에서 0.608 m, 그리고 표층수온에서 0.187°C로서 수심에서 가장 큰 편차를 나타내었고 표층수온에서 가장 적은 편차를 나타내었다. 편차가 생기는 이유는 현장관측자료와 영상자료 사이의 시차차이에 의한 오차가 일차 포함되며 두 번째는 자료



(a) 투명도의 상관도



(a) 수심의 상관도



(c) 표층수온의 상관도

그림 8. 수질인자의 상관도

표 7. 현장관측값에 대한 편차

관측정점	투명도(m)	수심(m)	표층수온(°C)
St. 1	0.71	-0.48	-0.31
St. 2	0.11	0.42	0.15
St. 3	-0.14	-0.62	-0.05
St. 4	-0.37	1.01	0.05
St. 5	0.04	-0.8	-0.11
St. 6	0.38	0.4	-0.03
St. 7	-0.1	-0.02	-0.43
St. 8	0.49	0.32	0.25
St. 9	-0.04	0.21	0.15
St.10	0.09	0.37	0.23
St.11	-0.46	1	0.09
St.12	0.17	-0.22	0.03
St.13	-0.03	0.42	-0.03
St.14	0.41	0.37	-0.09
St.15	-0.31	-0.93	-0.19
St.16	-0.25	0.18	-0.01
St.17	-0.29	-0.99	0.17
St.18	0.03	-0.99	-0.07
St.19	-0.49	-0.12	-0.17
St.20	-0.07	0.51	0.35
RMSE	0.314	0.608	0.187

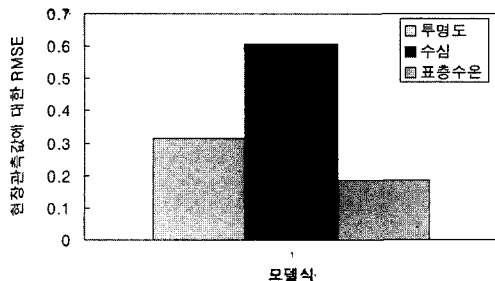


그림 9. 현장관측값에 대한 RMSE 분포도

취득시의 대기중 습도와 기온에 따른 대기영향과 지형 보정 과정에서 생기는 오차 등이 포함된 것으로 생각 된다.

3.4 수질분포 영상도 작성

Landsat TM 영상 데이터와 수질에 관한 상관해석을 행하여 얻어진 실험식을 이용하여 화진포호 전 지역에 대한 투명도, 수심, 표층수온에 대한 분포영상도를 작성하였다.

인공위성 영상이 나타내는 전 구역에 대하여 적용하고자 연산을 하여 투명도를 환산하고 다시 이것을 영상으로 나타낸 것이 사진 1이다.

그러나, 이것은 실험식에 의한 호수의 투명도를 나타 내기는 하지만 영상의 DN의 변화에 따른 투명도의 변화가 매우 미세하여 반영할 수 없으므로 투명도의 분포 패턴을 보다 자세하게 보기 위해서 이 투명도 값에 100을 곱하여 소숫점은 없애고 최대값과 최소값 사이를 스트레칭하여 나타낸 것이 사진 2이다.

그 결과 이 사진에서 알 수 있듯이 이것에서 투명도의 미세한 패턴을 알 수 있다는 장점을 발견하였다.

마찬가지로 수심 실험식에 의해서 DN으로부터 수심의 변화값을 나타낸 것이 사진 3이며 이것에 100을 곱하여 스트레칭하여 나타낸 것이 사진 4이고, 표층수온 실험식에 의해서 DN으로부터 표층수온의 변화값을 나타낸 것이 사진 5이며, 이것에 100을 곱하여 스트레칭하여 나타낸 것이 사진 6이다.

이 사진에서도 알 수 있듯이 투명도, 수심, 표층수온의 패턴을 보다 상세하게 나타내기 위해서 스트레칭 기법을 사용하면 수질인자를 보다 상세하게 나타낼 수 있다. 그러나 인공위성 영상 표현에 의한 영상도는 수질인자를 시각적으로 읽기는 쉬우나 수치적으로 구분하기가 어려워 본 연구에서 얻어진 실험식에 영상의 DN을 대입하여 구해진 투명도, 수심, 표층수온은 다시 GIS 시스템을 이용하여 TIN 분석을 한 후 등투명선도, 등수심선도, 등온선도로 각각 나타낸 것이 그림 10, 11, 12이다.

4. 결 론

Landsat TM 영상을 이용하여 호수의 수질인자 추출에 대하여 분석을 하여 본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) Landsat TM 영상을 중심으로 화진포 호수의 투명도, 수심, 표층수온을 추출하기 위한 실험식은 각각 투명도(m) = -0.4188 × (band 1) + 24.627, 수심(m) = -0.3421 × (band 1 + band 2) + 27.949, 표층수온(°C) = 0.2805 × (band 6) - 15.285 였으며 이 때의 상관계수는 각각 0.9228, 0.8109, 0.9595로 높은 상관관계를 나타내었다.

2) Landsat TM 영상의 DN으로부터 투명도, 수심, 표층수온을 추출하여 실험식을 구성한 다음 DN의 TIN 분석에 의하여 영상분포도를 작성하면 실제 관측하여

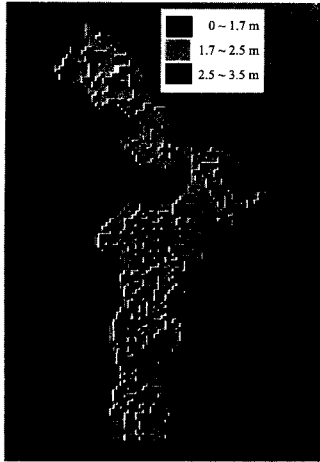


사진 1. 투명도 분포 영상도

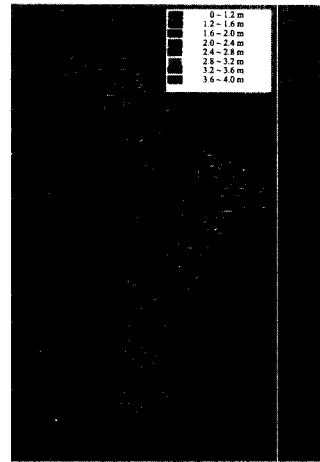


사진 4. 수심에 100을 곱하여 스트레칭하여 나타낸 영상도



사진 2. 투명도에 100을 곱하여 스트레칭하여 나타낸 영상도

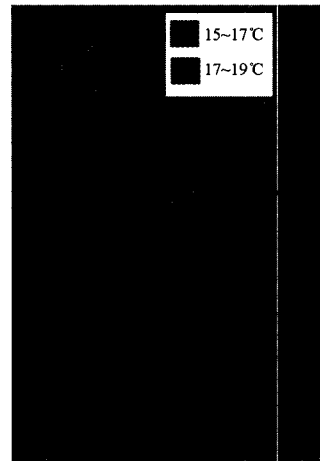


사진 5. 표층수온 분포영상도

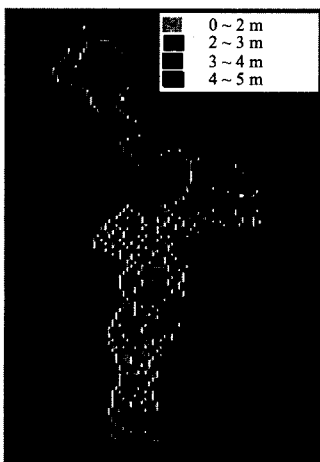


사진 3. 수심 분포 영상도

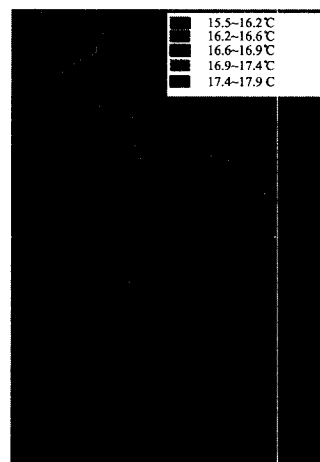


사진 6. 표층수온에 100을 곱하여 스트레칭하여 나타낸 영상도



그림 10. GIS를 이용해 나타낸 등투명선도

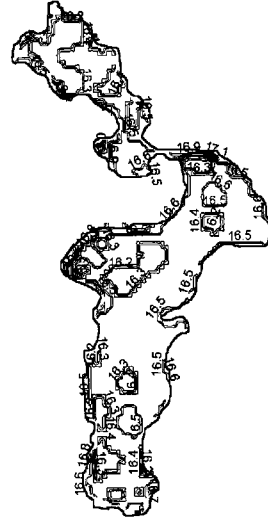


그림 12. GIS를 이용해 나타낸 표층수온선도



그림 11. GIS를 이용해 나타낸 등수심선도

얻어진 값을 이용하여 나타낸 것보다 광범위한 지역에 대하여 비교적 정확한 패턴을 알 수 있었다.

3) 투명도의 차, 수심의 차, 그리고 표층수온의 차가 매우 미세하므로 패턴을 보다 상세하게 나타내기 위해서는 스트레칭 기법을 사용하는 것이 효과적이었다.

4) 호수의 수질인자에 대하여 Landsat TM 영상에 대한 DN 값 처리에 TIN 기법을 적용함으로써 원하는 대상지역에 대하여 수질 영상도를 신속하고도, 경제적으로

작성할 수 있었다.

5) 한정된 가을의 실측자료와 인공위성 영상자료사이의 분석에 의한 것이므로 앞으로 봄, 여름, 겨울 및 연도별로 비교 분석을 한다면 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 유복모, 원격탐측, 개문사, 1995.
2. 日本リモートセンシング學會, パソコンによるリモートセンシングデータ解析, 啓學出版, 1989.
3. Thomas M. Lilles and Ralphw Kiefer, Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiely & sons, 1969.
4. 양인태, 수분해석을 위한 지표정보추출의 광학이미지기법에 관한 연구, 대한토목학회지, 110권, 제 5호, 77-85, 1990.
5. 김태근의 3인, Landsat TM 영상자료를 이용한 호수수질관측, 한국지형공간 정보학회 논문집, 제 4권, 제 2호, 23-33, 1996.
6. 양인태의 1인, 리모트센싱기법을 이용한 호수수질관리방안, 대한토목학회논문집, 제 14권, 제 1호, 161-170, 1994.
7. 後藤惠之輔外 3人, 長崎縣・大村灣の水質監視と浄化に関する方策, 日本リモートセンシング學會 第17回 學術講演會論文集, 東京, 21-24, 1994.
8. 최승필의 1인, Landsat TM 영상에 의한 원자력 발전소로부터의 온배수 확산의 추적조사, 제 15권, 제 2호, 231-236, 1997.