

자료빈구역채우기에 의한 수자지형높이자료의 오차구역수정방법

전혁철, 김성훈

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《과학연구부문에서 최첨단돌파전을 힘있게 벌려 경제발전과 국방력강화, 인민생활향상에 이바지하는 가치있는 연구성과들을 많이 내놓아야 합니다.》

수자지형높이자료는 지리적연구, 국토계획 및 관리, 적지평가 등 인민경제의 여러 부문에서 널리 쓰이는 기초지리자료이다.[1-3] 현재 배포되어있는 수자지형높이자료원천들에는 여러가지가 있는데 모든 자료원천들은 질적측면에서 일정한 부족점들을 가지고있다. 특히 지형도로부터 얻은 자료들에는 자료를 입력할 때 여러가지 원인에 의한 오차구역들이 포함된다.

론문에서는 자료빈구역채우기방법으로 수자지형높이자료원천에 포함되어있는 오차구역을 제거하고 자료의 질을 개선하기 위한 방법에 대하여 서술하였다.

1. 이론적연구

일반적으로 수자지형높이자료원천들에는 여러 원인들에 의하여 큰 오차들이 포함되어 있으며 이 오차구역을 없애면 자료빈구역이 생긴다.(그림 1)

수자지형높이자료원천들에 포함되어있는 오차구역을 제거하기 위한 여러 방법들이 제기되었는데 델타면채우기(DSF)방법이 대표적인 방법중의 하나이다.[4, 5]

델타면채우기방법에서 자료빈구역의 중심점은 보조자료로부터 추정하고 나머지점들은 보간에 의하여 얻는다.

이 방법은 자료오차구역이 좁을 때에는 정확도가 높지만 비교적 넓은 구역에서는 높은 정확도를 보장할수 없다.

그러므로 론문에서는 기본자료와 보조자료에서 자료빈구역에 대한 기초면들을 설정하고 먼저 보조자료에서 기초면에 대한 지형자료의 상대높이차를 결정하여 기본자료의 기초면에 보정해주는 방법을 제기하였다.

먼저 해당 자료빈구역에 대한 보조자료를 준비한다. 이 보조자료는 기본자료와 평면자리표가 일치되어야 한다. 그러면 높이자리표체계는 다를수 있지만 비교적 좁은 구역에서 지형의 경향성은 같다고 볼수 있다.(그림 2)

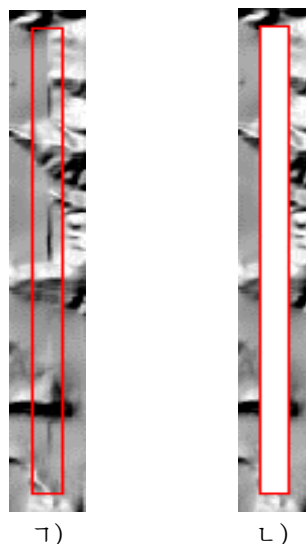


그림 1. 수자지형높이자료원천에서
자료오차 및 자료빈구역
1) 오차구역, 2) 자료빈구역

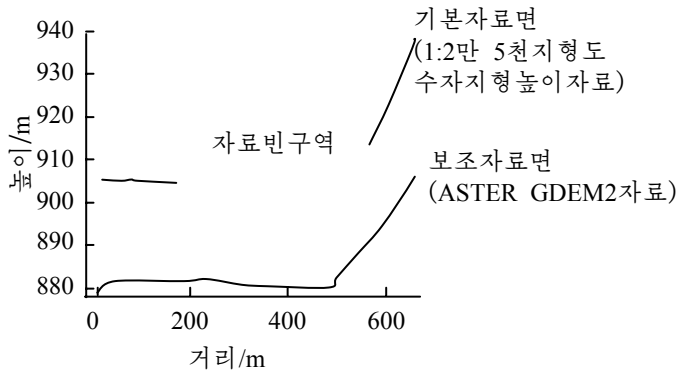


그림 2. 기본자료와 보조자료에서 지형경향성

다음으로 기본자료와 보조자료에서 자료빈구역주위로 일정한 크기의 완충구역을 설정하고 완충구역에 놓이는 지형높이점들을 얻는다. 계속해서 기본자료와 보조자료에서 자료빈구역에 대한 기초면들을 완충구역에 놓이는 지형높이점들에 기초하여 생성한다.(그림 3) 기초면들은 자료빈구역을 다 덮어야 하며 꼬임이 없고 될수록 원활하여야 한다.

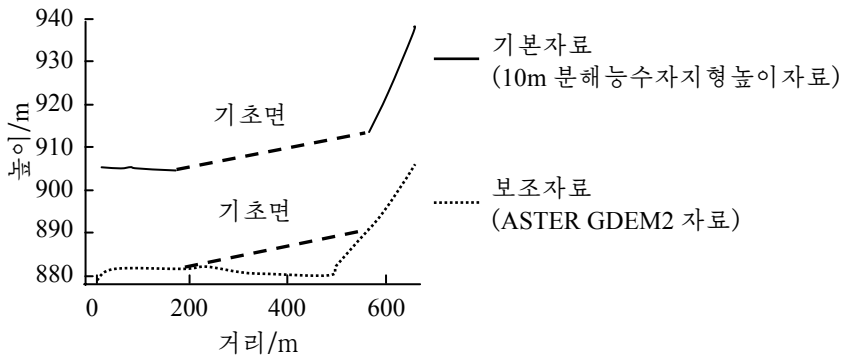


그림 3. 기초면의 생성

다음으로 보조자료에서 실지 지형높이점자료와 기초면자료의 해당 대응되는 점사이의 차를 얻는다.(그림 4) 실지 지형높이점자료와 기초면의 해당 대응되는 점사이의 상대높이 자료는 높이체계에 관계없이 기초자료와 실지 지형높이와의 관계만을 반영하고있다.

다음으로 보조자료에 대하여 얻어진 상대높이자료를 기본자료의 기초면자료에 더해준다.(그림 5)

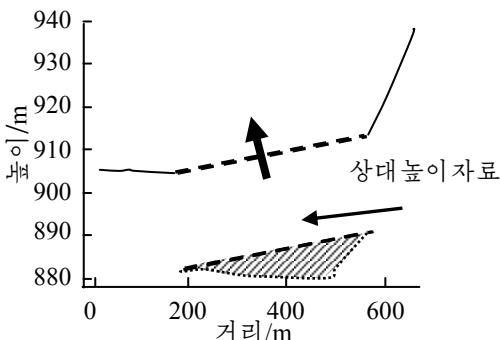


그림 4. 상대높이자료얻기

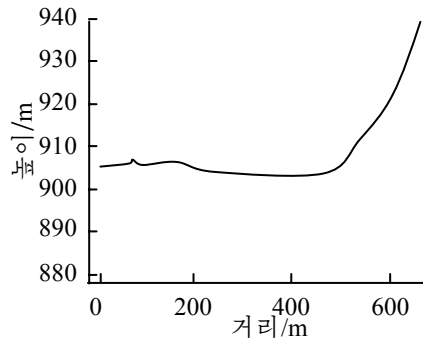


그림 5. 기본자료의 수정

그림 6에서는 보조자료에서 얻어진 상대높이자료를 리용한 기본자료의 자료빈구역메우기공정흐름도를 보여준다.

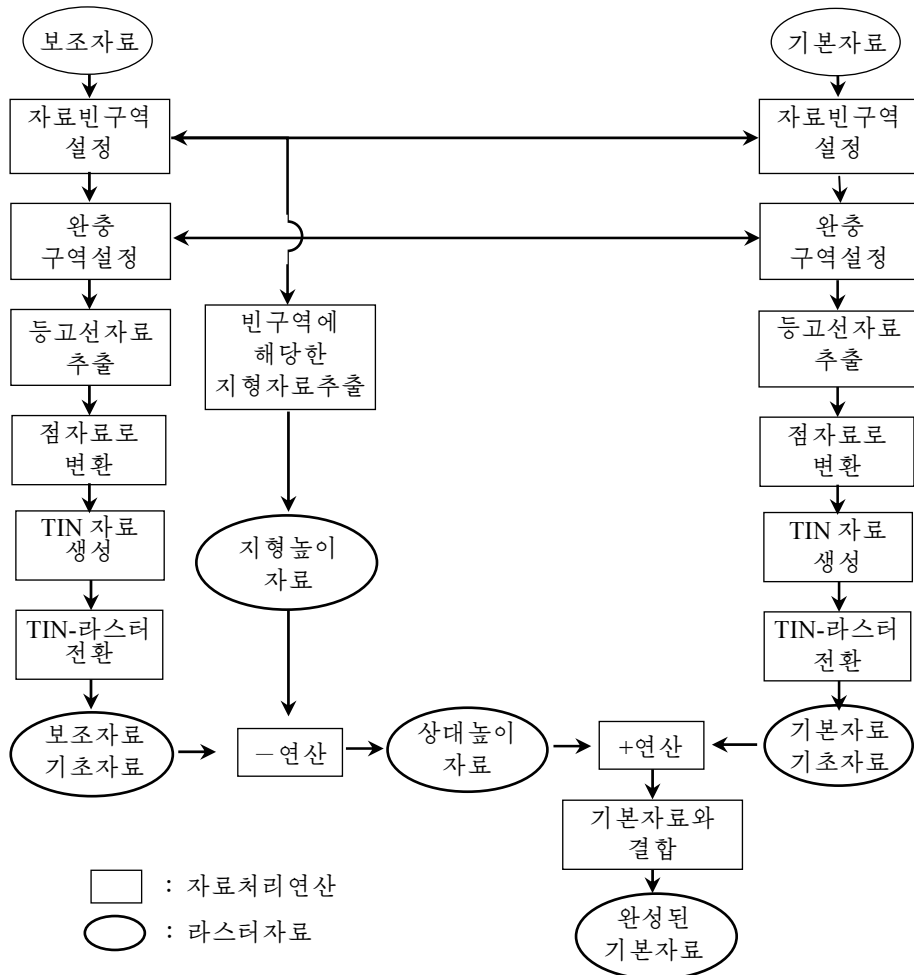


그림 6. 기초자료에 의한 자료빈구역채우기공정흐름도

론문에서 제기한 방법으로 어느 한 지역의 자료오차구역수정실험을 진행하였다. 설정한 자료오차구역은 E 128° 53' 12"–128° 54' 11", N 41° 49' 52"–41° 52' 00"의 북부고산 지대에 위치하고있는 곳으로서 지형높이차가 비교적 심한 곳이다.

실험을 위하여 기본자료로는 1:2만 5천지형도수치지형높이자료에서, 보조자료로는 ASTER GDEM2자료기지에서 E 128°–129°, N 41°–42°의 자료들을 준비하였다.

먼저 이 지역에 대한 지형높이자료분석을 진행하여 높이특성값들을 얻는다.(표 1)

표 1. 실험지역에 대한 지형특성값

원천자료이름	최소높이/m	최대높이/m	평균높이/m
1:2만 5천지형도수치지형높이자료	999.88	1 223.48	1 111.34
ASTER GDEM2자료	1 006.65	1 220.80	1 120.56

표 1에서 알수 있는바와 같이 실험지역의 평균높이는 1 111.34m의 고산지역이며 1:2만 5천지형도수치지형높이자료가 ASTER GDEM2자료보다 9.2m 더 낮다.

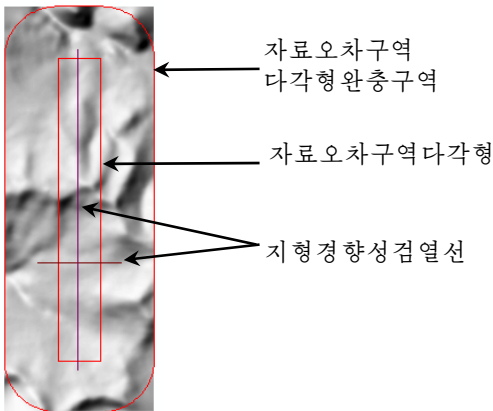


그림 7. 자료오차구역다각형과 지형경향성 검열선

다음으로 연구지역에 자료오차가 있다고 가정하고 오차구역을 포함하는 벡토르형식의 다각형자료화일을 구성하며 오차구역다각형에 대하여 지형경향성을 충분히 반영할수 있도록 500m거리의 완충구역을 설정하고 이 구역을 자료오차구역다각형완충구역으로 정의한다. 계속하여 자료오차구역에서 지형경향성을 비교분석한다. 그러기 위하여 오차구역을 지나는 위선과 경선에 평행인 검열선을 설정한다.(그림 7)

다음 1:2만 5천지형도수자지형높이자료와 ASTER GDEM2자료에서 각각 지형경향성검열선에 따르는 단면선자료를 얻어 비교한다.(그림 8)

그림 8로부터 실험구역에서 1:2만 5천지형도수자지형높이자료와 ASTER GDEM2자료가 위선 및 경선방향에서 즉 전반적으로 지형경향성이 기본적으로 일치한다고 결론할수 있다.

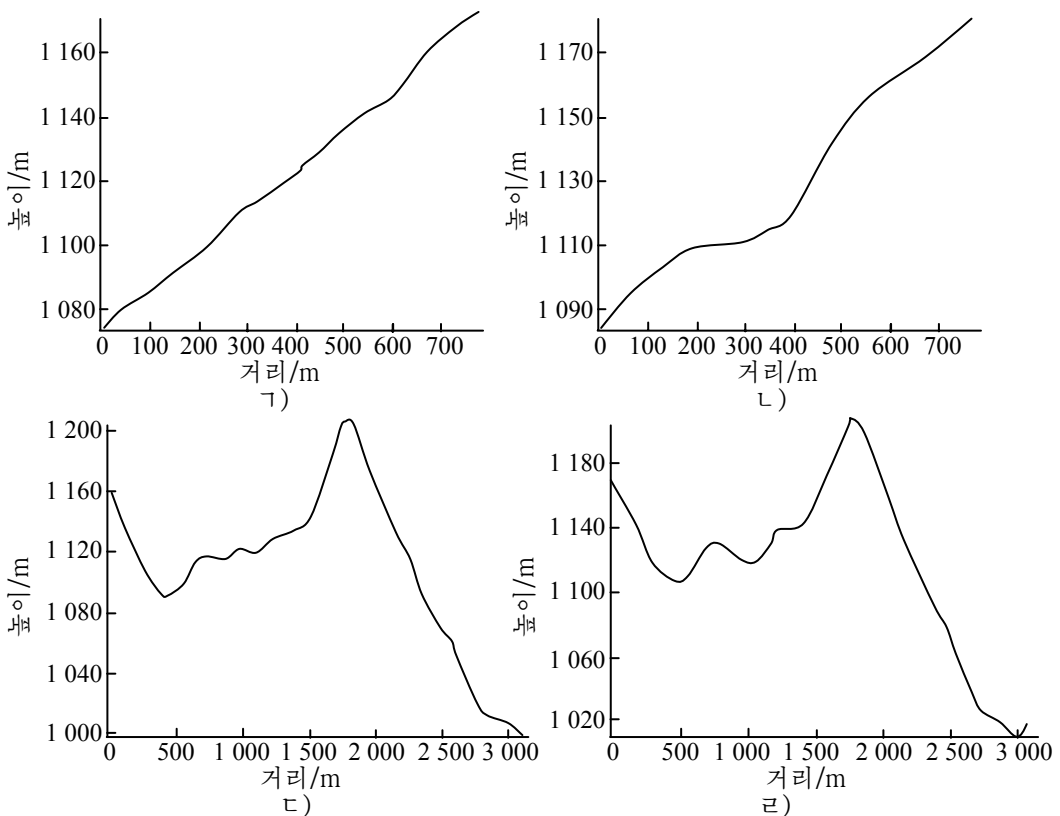


그림 8. 지형경향성검열선에 따르는 단면선자료

ㄱ) 위선방향단면선(1:2만 5천지형도수자지형높이자료), ㄴ) 위선방향단면선(ASTER GDEM2자료),
ㄷ) 경선방향단면선(1:2만 5천지형도수자지형높이자료), ㄹ) 경선방향단면선(ASTER GDEM2자료)

다음으로 그림 3-6의 원리와 공정에 따라 1:2만 5천지형도수치지형높이자료와 ASTER GDEM2자료에서 자료오차다각형에 의한 빈값설정연산을 하여 자료빈구역들을 생성한다. 또한 자료빈구역다각형완충구역에 놓이는 지형높이점들을 추출하고 그에 의하여 자료빈구역에 대한 TIN을 생성하며 그것을 정규직각삼각망형태의 자료로 전환하여 기초면을 얻는다. 계속하여 ASTER GDEM2자료에서 자료빈구역에 놓이는 실지 지형높이자료와 기초자료의 차 즉 기초면에 대한 상대높이자료를 얻어 1:2만 5천지형도수치지형높이자료의 자료빈구역기초면자료에 더해준다. 얻어진 자료를 1:2만 5천지형도수치지형높이자료의 자료빈구역에 추가하여 빈구역을 메우고 경계부분을 수정해준다.(그림 9)

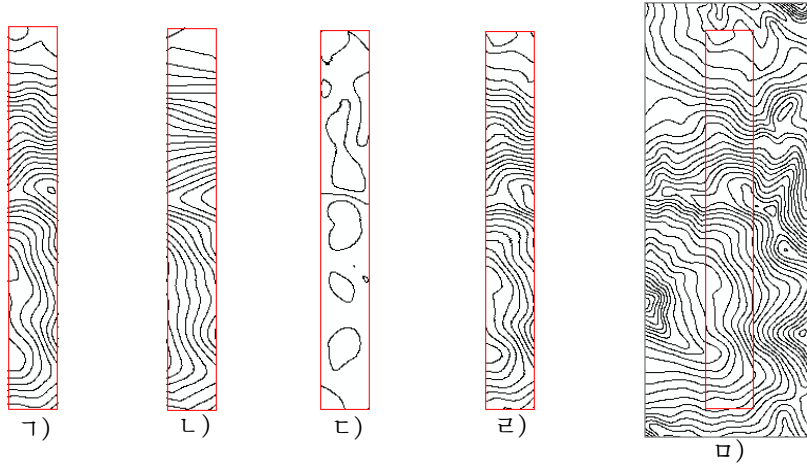


그림 9. 실험구역에서 자료빈구역채우기

- 가) ASTER GDEM2의 실지 지형자료, 나) ASTER GDEM2의 기초자료, 다) ASTER GDEM2의 기초자료에 대한 상대높이자료, 라) 1:2만 5천지형도수치지형높이자료의 기초자료에 대한 ASTER GDEM2의 상대높이추가자료, 마) 수정된 1:2만 5천지형도수치지형높이자료

실험결과에 대한 시각적인 정확도평가와 정량적인 정확도평가를 진행한다.

시각적인 평가는 원래의 1:2만 5천지형도수치지형높이자료와 제기한 방법에 의하여 얻어진 자료빈구역을 채운 결과자료의 지형음영도를 대비하여 진행한다.(그림 10)

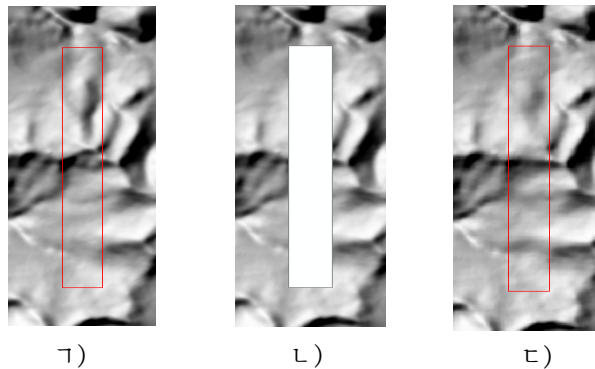


그림 10. 자료빈구역채우기결과의 시각적평가

- 가) 원천자료로부터 얻은 음영도,
나) 자료빈구역을 포함한 음영도,
다) 자료빈구역을 채운 후 얻은 음영도

그림 10으로부터 자료빈구역에 대하여 논문에서 제기한 방법으로 자료채우기를 진행하였을 때 비교적 높은 정확도로 자료채우기를 진행할수 있다는것을 시각적으로 알수 있다.

정량적인 정확도평가를 위하여 자료빈구역에 대한 1:2만 5천지형도수치지형높이자료와 논문에서 제기한 방법에 의하여 얻어진 자료빈구역채움값에 대하여 앞에서 리용한 검열선에 따르는 단면선을 얻어 비교한다.(그림 11)

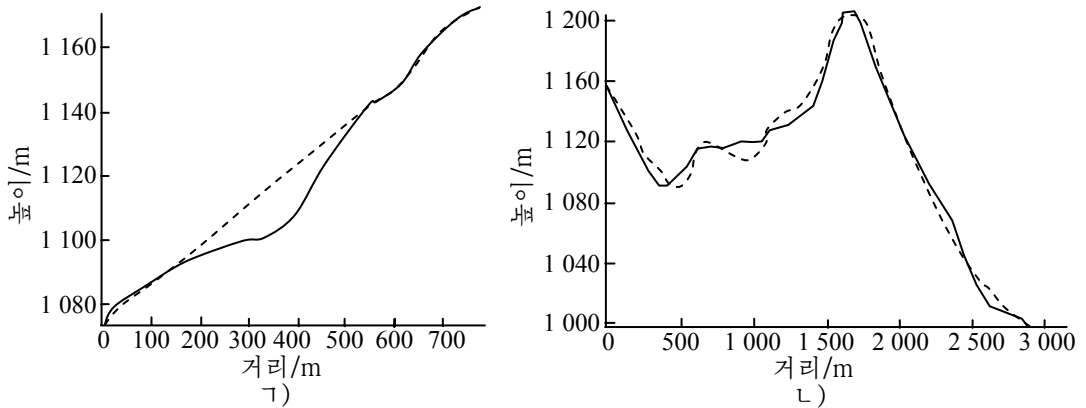


그림 11. 검열단면선에 의한 시각적평가

ㄱ) 위선방향단면, ㄴ) 경선방향단면

————— 실지 지형높이 - - - - - 자료빈구역을 채운 자료

또한 논문에서 제기한 방법과 선행연구에서 제기된 중심점자료들을 얻고 그에 기초한 보간방법에 의하여 얻어진 자료빈구역채움값을 실지 지형높이자료와 비교하여 2제곱편차를 계산하여 비교분석하였다.(표 2)

표 2. 자료빈구역채우기방법들의 정확도평가

종류	실지 지형높이자료와의 오차			
	최소값/m	최대값/m	평균값/m	2제곱편차
논문에서 제기한 방법	-16.52	16.07	0.06	5.46
중심점자료에 기초한 보간법	-15.04	15.02	0.24	5.84

표 2로부터 논문에서 제기한 방법으로 얻은 빈구역채움자료는 실지 지형높이자료와 비교하여볼 때 최소값과 최대값에서는 오차가 크지만 평균값오차(0.06)와 2제곱편차(5.46)는 중심점자료에 기초한 방법의 평균값오차(0.24)와 2제곱편차(5.84)보다 훨씬 작으며 따라서 정확도가 높다는것을 알수 있다.

제기한 리론의 검증을 위하여 우리 나라 전체 지역에서 10개의 지역들을 설정하고 실험을 진행하였다. 실험지역은 고산지대에서 3개, 중산지대에서 4개, 평지지역에서 3개를 선택하였다.

표 3으로부터 우리 나라 전체 지역에서 기본자료인 1:2만 5천지형도수치지형높이자료의 평균높이와 보조자료인 ASTER GDEM2에 의하여 생성된 채움자료의 평균높이차는 -2.8m~2.8m에 놓이며 2제곱평균오차는 2.8m로서 충분히 믿을수 있다는것을 보여준다.

실험지역 4에서 높이차는 -2.8m로서 제일 큰데 이것은 1:2만 5천지형도수치지형높이자료에 없는 요소지형이 ASTER GDEM2에 있기때문이다.

표 3. 실험지역들에서의 자료빈구역채우기정확도평가

실험지역 번호	위 치		실지 지형 자료 평균높이/m	생성된 자료 높이차	
	경도	위도		평균높이/m	/m
1	128° 53' 37"—128° 53' 53"	41° 50' 08"—41° 51' 43"	1 113.4	1 113.4	0.0
2	129° 06' 06"—129° 06' 12"	41° 24' 54"—41° 30' 06"	1 305.6	1 305.6	0.0
3	127° 26' 43"—127° 27' 27"	40° 22' 49"—40° 25' 06"	1 705.3	1 704.5	0.8
4	128° 48' 42"—128° 54' 06"	40° 30' 06"—40° 30' 12"	287.5	290.3	-2.8
5	129° 48' 42"—129° 48' 48"	42° 48' 18"—42° 48' 30"	394.1	394.0	0.1
6	125° 12' 06"—125° 12' 18"	40° 12' 12"—40° 12' 18"	209.9	211.3	-1.4
7	128° 16' 06"—128° 16' 18"	38° 24' 48"—38° 24' 54"	707.6	704.9	2.7
8	125° 30' 18"—125° 30' 48"	38° 24' 18"—38° 24' 24"	4.6	10.6	-1
9	126° 30' 12"—126° 30' 18"	38° 24' 36"—38° 24' 48"	89.9	89.6	0.3
10	125° 30' 54"—125° 36' 00"	39° 00' 30"—39° 00' 48"	25.5	25.7	-0.2

2. 연구지역의 설정 및 오차구역제거

연구지역은 N 39°—40°, E 125°—126°지역으로서 린접지형점들사이의 높이자료차가 매우 심하며 오차가 비교적 넓게 분포된 구역이다.(그림 12)

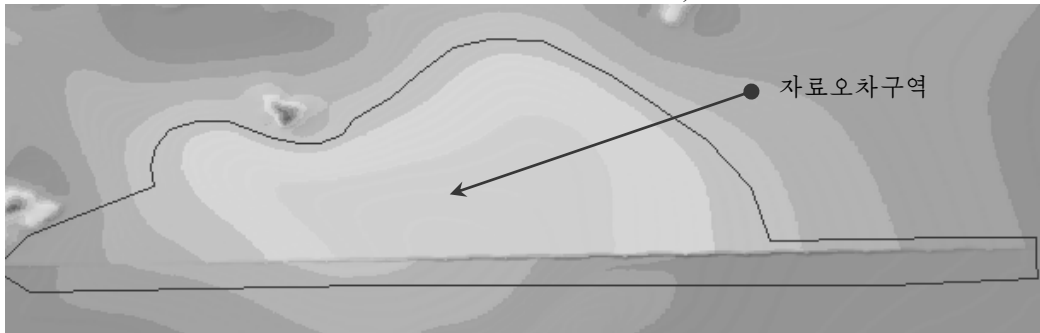


그림 12. 자료오차구역

그림 12의 자료오차구역에서는 중심구역에 외곽된 산봉우리자료오차가 포함되어있으며 그것의 영향으로 자료오차구역의 범위가 넓고 오차크기도 크다. 이 경우에 우선 자료오차구역을 포함하는 벡토르형식의 자료빈구역다각형완충구역을 설정하고 그에 의하여 자료오차구역을 제거하며 자료빈구역을 생성한다.(그림 13)

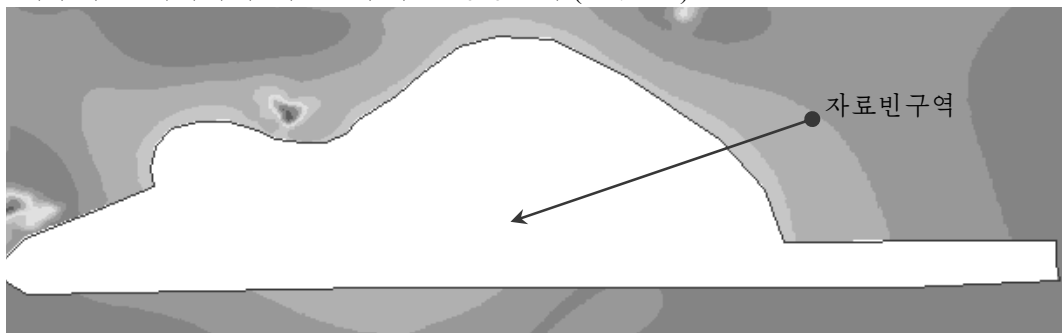


그림 13. 자료오차구역을 제거하여 생성한 자료빈구역

계속하여 ASTER GDEM2자료원천에서 자료빈구역다각형완충구역에 속하는 구역의 자료경향성을 파악한다.

ASTER GDEM2자료에서는 자료오차구역의 가운데 윗부분에 비교적 높은 등성이가 있으며 서쪽과 북쪽이 높고 그로부터 동남쪽으로 완만하게 경사진 경향성이 있다.(그림 14)

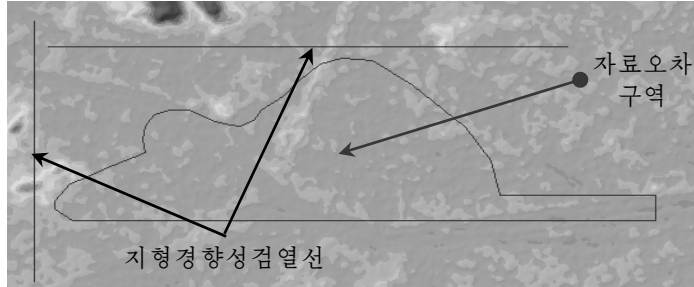


그림 14. ASTER GDEM2자료원천에서 자료오차구역의 자료경향성

또한 자료빈구역다각형완충구역에서 지형경향성은 두 자료원천에서 비교적 일치한다.(그림 15)

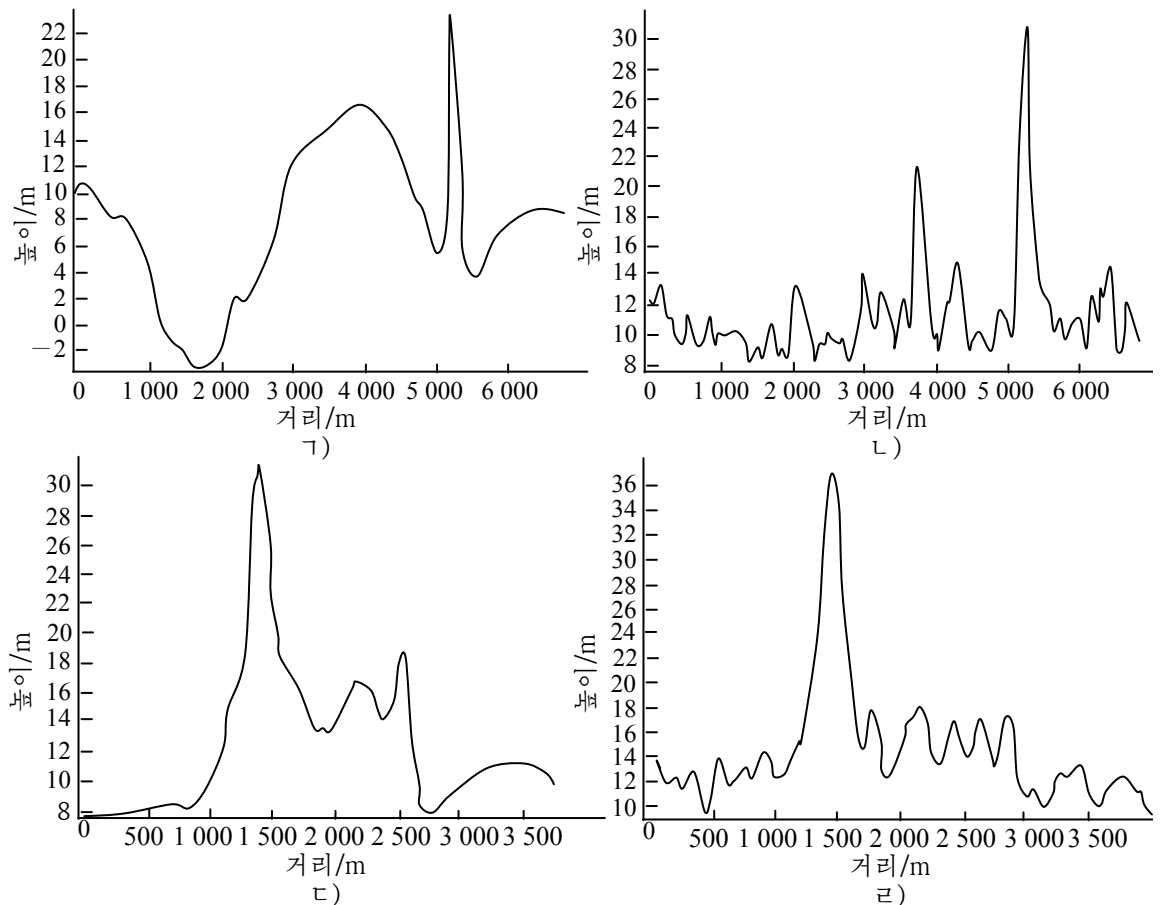


그림 15. 지형경향성검열선에 따르는 단면선자료

가) 위성방향단면선(1:2만 5천지형도수치지형높이자료), 나) 위성방향단면선(ASTER GDEM2자료),

다) 경선방향단면선(1:2만 5천지형도수치지형높이자료), 라) 경선방향단면선(ASTER GDEM2자료)

다음 두 자료원천에서 자료빈구역을 제외한 완충구역에 놓이는 자료점들에 기초하여 TIN과 라스터자료형태의 자료빈구역에 대한 기초면들을 생성한다.

ASTER GDEM2자료의 자료빈구역에서 자료기초면에 대한 실지 지형자료의 차를 계산하고 그 결과를 1:2만 5천지형도수자지형높이자료의 자료빈구역에 더해주며 얻어진 결과에 대한 등고선자료를 얻는다. 다음 1:2만 5천지형도수자지형높이자료에서 자료빈구역을 제외한 완충구역에 놓이는 자료들에 기초하여 등고선자료를 얻어 앞단계에서 얻은 자료빈구역에 대한 등고선자료와 결합한다. 그리고 이음부에서 등고선자료를 수정하며 그에 기초하여 라스터형식의 지형자료를 생성한다.(그림 16)

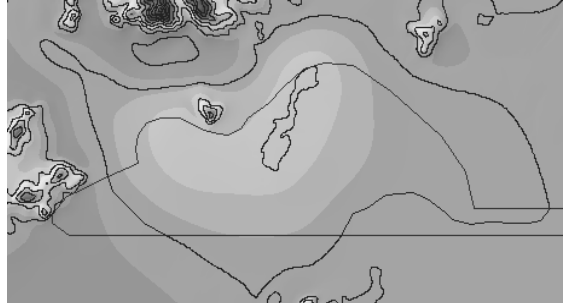


그림 16. 자료오차구역의 수정결과

자료오차구역의 수정결과를 N 39°-40°, E 125°-126°의 1:2만 5천지형도수자지형높이자료와 결합하여 수자지형높이자료기지를 구축한다.

맺는 말

자료빈구역채우기에 의한 수자지형높이자료의 오차구역수정방법은 우리 나라 1:2만 5천지형도수자지형높이자료기지구축을 위한 자료처리에 리용되었으며 그밖에 수자지형높이자료의 여러 응용에 리용될수 있다.

참고 문헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 62, 7, 137, 주체105(2016).
- [2] 강영호; 지리정보체계, 김일성종합대학출판사, 172~183, 주체99(2010).
- [3] 류동권; 수자지형분석, 김일성종합대학출판사, 166~170, 주체102(2013).
- [4] G. Grohman; Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 72, 3, 213, 2006.
- [5] M. Valeriano; Applied Geography, 32, 300, 2012.

주체109(2020)년 1월 5일 원고접수

Revision Method of Error Area of Digital Terrain Height Data by Void Filling

Jon Hyok Chol, Kim Song Hun

This paper presents eliminating error areas contained in digital terrain height data source by void filling, so enhancing the quality of digital terrain height data.

Keywords: void, digital terrain height data, error area