

분 단위 강우자료의 품질 개선방안에 관한 연구

김민석* · 문영일**

Kim, Min-Seok*, Moon, Young-Il**

A Study on Quality Control Method for Minutely Rainfall Data

ABSTRACT

Rainfall data is necessary component for water resources design and flood warning system. Most analysis are used long-term hourly data of surface synoptic stations from the Meteorological Administration, Ministry of land, Infrastructure and Transport and others. However, It will be used minutely data of more high density automatic weather stations than surface synoptic stations expecting to increase the frequency of heavy precipitation. But minutely data has a problem about quality of rainfall data by auto observation. This study analyzed about quality control method using automatic weather station's minutely rainfall data of meteorological administration. It was performed assessment of the quality control that was classified quality control of miss Data, outlier data and rainfall interpolation. This method will be utilized when hydrological analysis uses minute rainfall data.

Key words : Minutely rainfall data, Automatic weather station, Spatial correlation, Inverse distance method

초 록

수자원 설계 및 홍수 예·경보 등을 위한 수문분석 시, 강우자료는 필수요소이다. 현재 수문분석 시 비교적 장기간의 자료를 보유하고 있는 기상청, 국토교통부 등의 지상기상관측지점(SSS, Surface Synoptic Stations)에 시 강우자료를 이용하고 있으나, 집중호우가 빈번히 발생하는 현실정과 집중호우의 발생빈도가 증가할 것으로 예상되는 향후에는 더욱 조밀한 관측망을 구성하고 있는 방재기상관측지점(AWS, Automatic Weather Stations)의 분 단위 강우자료를 이용한 분석이 필요하다. 그러나 방재기상관측지점의 분 단위 강우자료는 자동으로 관측되고 있어, 자료품질에 대한 문제점이 매번 지적되고 있다. 본 연구에서는 서울지역을 중심으로 기상청 방재기상관측지점의 분 단위 강우자료의 품질개선 방안에 관한 연구를 실시하였다. 분 단위 강우자료의 품질관리방안은 크게 3단계로 결측치 품질관리, 이상치 품질관리 그리고 강우 보완 품질관리로 구분하여 품질관리 방안을 제시하고 분석을 수행하였다. 마지막으로 서울지점의 분 단위 강우자료와 시 단위 강우자료의 비교분석을 통해 강우 품질관리에 대한 평가를 실시하였다. 이는 향후 분 단위 강우자료를 이용한 수문분석 시, 강우자료 품질관리 방안으로 활용될 것으로 판단된다.

검색어 : 분 단위 강우자료, 방재기상관측지점, 공간상관, 역거리법

1. 서론

수자원 설계 및 홍수 예·경보 등과 같은 수문분석 시, 강우는 분석을 위한 필수자료이다. 강우관측은 기상청, 국토교통부 등에서 수행하고 있으며, 최근에는 SK플래닛에서도 기지국에 강우량계를 설치하여 강우관측을 실시하고 있다. SK플래닛은 현재 262개소의 강우량계를 서울지역에 운영하고 있으며, 강우 및 기상정보를 웨더플래닛(www.weatherplanet.co.kr)에서 웹 사이트 또는 모바일 형태로

* 서울시립대학교 토목공학과 박사수료 (University of Seoul · sharpkms@uos.ac.kr)

** 정회원 · 교신저자 · 서울시립대학교 토목공학과 교수 (Corresponding Author · University of Seoul · ymoon@uos.ac.kr)

Received November 13, 2014/ revised February 9, 2015/ accepted February 24, 2015

정보를 제공하고 있다. 기상청(KMA, 2013)에서는 전국 79개소의 지상기상관측지점(SSS, Surface Synoptic Stations)과 476개소의 방재기상관측지점(AWS, Automatic Weather Stations)을 운영하고 있으며, 과거에 비해 많은 강우관측지점이 신설되었다. 이처럼 강우관측지점은 꾸준히 증가하고 있고, 매 분단위로 강우자료가 관측되고 있음에 따라 향후 강우자료는 더욱 방대해 질 것이다. 따라서 향후 수문분석 시 중요한 자료로 활용될 분 단위 강우자료에 대한 품질관리에 관한 연구는 매우 중요하며, 이에 따라 국토교통부는 2007년부터 국가 수문자료 품질관리시스템을 구축하여 품질관리를 일상화하고 신뢰성 있는 강수량, 수위 수문자료를 축적하고 있다.

현재 수문분석 시 비교적 장기간의 자료를 보유하고 있는 기상청, 국토교통부 등의 시 단위 강우자료를 이용하여 분석을 수행하고 있다. 기상청의 지상기상관측지점의 경우, 전국에 79개소로 다른 국가들에 비해 조밀한 관측망을 가지고 있으나, 최근 빈번히 발생하는 집중호우와 더욱 발생빈도가 증가할 것으로 예상되는 향후에는 보다 조밀한 관측망의 지점들을 자료를 활용하고 정밀한 분석을 위해 시 단위 강우자료 보다는 분 단위 강우자료를 이용한 분석이 이루어 질것으로 판단된다. 그러나 분 단위 강우자료는 자동으로 기록됨으로써 강우자료의 품질관리에 대한 문제점이 항상 지적되고 있다. 따라서 분 단위 강우자료를 이용한 수문분석시 강우자료의 품질관리는 필수적이라고 할 수 있으며, 본 연구에서는 서울지역을 중심으로 분 단위 강우자료의 품질개선방안에 관한 연구를 실시하였다.

먼저, 본 연구의 품질관리방안과 관련된 강우의 공간상관구조와 결측자료 보정에 대한 선행연구사례를 조사하였다. 강우의 공간상관구조에 대한 선행연구를 살펴보면, Yoo et al. (2006) 금강유역의 일 강우자료를 이용하여, 이변량 혼합 분포함수를 적용을 통한 강우의 형태별로 태풍, 장마, 대류성 강우에 대한 공간상관함수를 유도하였으며, 그 결과를 통해 무강우 부분이 미치는 영향 정도를 파악하였다. 분석결과, 상관거리는 20~30km로 장마와 태풍으로 인한 강우의 관측망 밀도는 적절하지만, 대류성 강우에 대해서는 부족한 수준으로 관측망 밀도 기준의 향상을 언급하였다. Yoo et al. (2008)은 지상기상관측지점의 분 단위 MMR 자료를 이용하여 강우의 공간상관구조분석을 통해 공간상관거리는 11.56km~14.86km, 영향범위는 3.3km~4.2km로 제시하였다. 결측자료의 보정에 대한 선행연구를 살펴보면, Kim et al. (2006)은 결측강우량 보정방법에 대한 정확도 분석결과 역거리법이 다른 방법들에 비해서 손쉽게 결측지점의 강우량을 보정하고, 기존의 방법들과 비교해 상대적으로 작은 오차를 발생시킬 수 있다고 언급하였다. Kim and Kim (2006)는 결측치 보간을 위하여 널리 이용되고 있는 산술평균법, 역거리법, 거리고도 비율법, 인근관측소와의 관계식

이용, 크리깅 방법을 비교 및 검토한 결과 역거리법과 Kriging 방법에서 우수한 결과를 도출하였다. Han et al. (2009)는 한강권역에 194개 TM 우량관측소 10분 자료를 이용하여 실시간 예보 시스템에서 적용한 산술 평균법, 역거리 기중법, 상관계수 기중법의 적용성에 대해 분석을 실시하였다. 그 외에서 Yoo (2010)은 자료구동(Data-driven)방법인 선형계획법을 통해 연 강수량의 보완에 대해 연구를 실시하였으며, Sung et al. (2010)은 인공신경망을 구성하여 강우자료를 보정하고, Oh et al. (2008)는 신경망 모형을 구축하여 역거리법(RDS)과 산술평균법(AMM)으로 추정된 결측값을 비교를 실시하였다.

선행연구에 대한 조사결과, 지상기상관측지점의 분 단위 강우자료를 이용한 공간상관구조에 대한 연구만 진행되었을 뿐 방재기상관측지점의 분 단위 강우자료에 대한 공간상관구조 분석 및 결측치, 이상치 보정에 관한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 또한, 결측자료의 보정에 관한 연구 사례는 흔히 사용되고 있는 기법들 간에 비교 및 평가 또는 통계적 기법을 이용하여 강우를 보완하는 연구는 많이 진행되었으나, 분 단위 강우자료의 특성을 고려한 품질관리 및 표준화 된 결측치 및 이상치 품질관리 절차방안 등에 대한 연구는 미미한 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 선행연구에서 조사된 분 단위 강우자료의 공간상관거리와 강우자료 보정기법으로 가장 적합한 것으로 조사된 역거리법을 이용하여 강우의 보완 및 평가를 통해 표준화된 분 단위 강우자료의 품질개선관리 방안을 제시하였다.

2. 분석대상지점 및 강우자료

본 연구에서는 분석대상지역을 서울로 설정하고 기상청의 분 단위 강우자료를 이용하여 분석을 수행하였다. 분석대상지역 인근

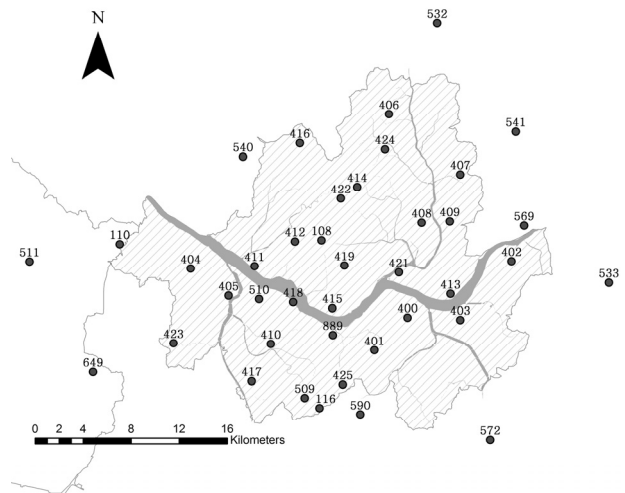


Fig. 1. Analysis Object Stations

Table 1. Data Period of Analysis Stations

No.	St.	No.	St.	No.	St.	Period
116	Gwanak(R)	409	Jungnang	509	Gwanak	1997.01.01. ~
400	Gangnam	410	Gisangcheong	510	Yeongdeungpo	
401	Seocho	411	Mapo	511	Gongchondong	
402	Gangdong	412	Seodaemun	532	Uijeongbu	
403	Songpa	413	Gwangjin	540	Goyang	
404	Gangseo	414	Seongbuk	541	Namyangju	
405	Yangcheon	415	Yongsan	569	Guri	
406	Dobong	416	Eunpyeong	572	Seongnam	
407	Nowon	418	Hangang	590	Gwacheon	
408	Dongdaemun	419	Junggu	29 stations		
No.	St.	Period	No.	St.	Period	
108	Seoul	1999.12.21. ~	424	Gangbuk	2001.12.28. ~	
110	Gimpo(A)	2002.01.01. ~	425	Namhyeon	2010.11.03. ~	
417	Geumcheon	1998.01.03. ~	533	Hanamchangu	1997.01.01. ~ 2013.05.06	
421	Seondong	2000.08.24. ~	649	Bupyeong	2001.01.10. ~	
422	Bukaksan	2010.11.03. ~	889	Hyeonchungwon	2012.11.12. ~	
423	Guro	2001.12.28. ~	11 stations			

강우관측소는 총 40개소로, 지상기상관측지점 1개소(108, 서울), 방재기상관측지점은 39개소로 나타났다. Fig. 1은 분석대상지점을 도시한 결과이다.

기상청의 방재기상관측지점은 1997년부터 강우관측을 실시하였으며, 분석대상지점의 30개소의 방재기상관측지점은 관측연수가 17년 이상 존재하는 것으로 나타났다. 그 외 10개 지점은 자료의 기간이 각각 다른 것으로 조사되었다. 본 연구에서는 분 단위 자료를 보유하고 있는 모든 자료기간에 대해 품질관리를 실시하였으며, Table 1은 분석지점의 강우관측기간을 정리한 결과이다.

3. 분 단위 강우자료 품질관리

3.1 품질개선 방안

본 연구에서 품질개선 방안은 크게 3가지로 결측치 품질관리, 이상치 품질관리, 마지막으로 강우 보완 품질관리이며 각 단계별로 구분하여 분석을 수행하였다. Fig. 2는 품질관리방안을 도시한 결과이다.

첫 번째로 결측치에 대한 품질관리를 실시하였다. 결측치의 품질관리 단계는 크게 날짜보정, 0.5mm 단위보정, 누적강우에 대한 보정으로 구분할 수 있다. 우선, 연도별 날짜에 대한 품질관리를 실시하였다. 1년은 525,600분으로, 한 지점에 1년의 분 단위 강우자료는 525,600개이며 윤날이 포함되어 있는 해에는 527,040

개가 된다. 분 단위 강우자료는 자동으로 관측 기록되는 자료의 특성상, 강우관측기간 중에 자료가 빠져 있는 경우가 빈번히 발생하게 된다. 이는 날짜의 보정을 통해 관측이 이루어지지 않은 1분 단위의 강우자료는 결측자료로 분류하였다. 다음으로는 0.5mm단위에 대한 분석을 실시하였다. 분 단위 강우자료의 경우, 강우량이 0.5mm의 단위의 일 누적 형식으로 관측을 실시하고 있기 때문에

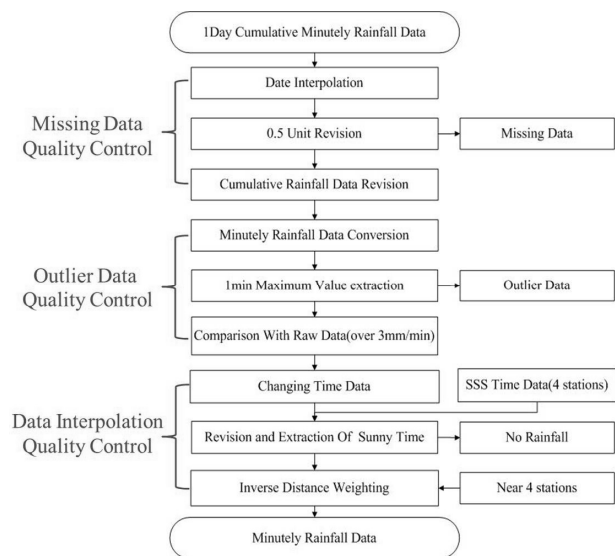
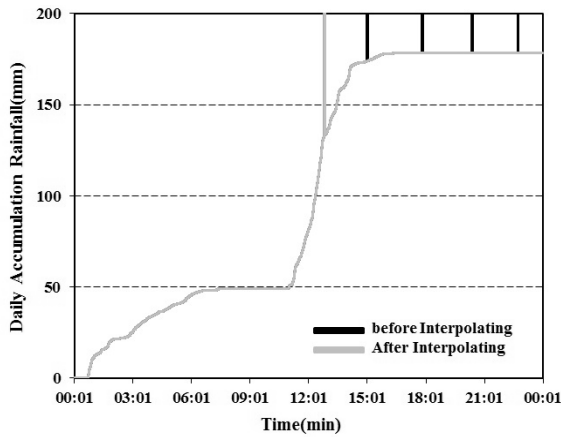
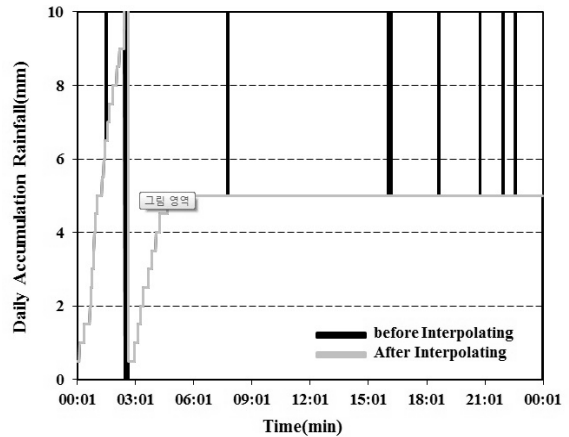


Fig. 2. Process of Quality Control



(a) Example 1



(b) Example 2

Fig. 3. Miss Data Quality Control of Daily Accumulation Rainfall

강우가 발생하게 되면 0.5mm, 1.0mm, 1.5mm의 단위로 증가하게 된다. 따라서 0.5mm의 배수가 아닌 0.6mm 또는 1.8mm와 같은 강우기록은 관측의 오류로 판단하고 결측 자료로 분류하였다. 또한 음수로 기록된 강우자료, 예를 들면 -996 등과 같은 분 단위 강우기록 역시 오류로 판단하고 결측자료로 분류하였다. 다음으로는 일 누적강우 형식의 분 단위 강우자료에 대한 보정을 실시하였다. 누적강우의 보정은 크게 두 가지 형태로 Fig. 3과 같이 구분할 수 있다. Fig. 3(a)은 1일 동안 강우가 지속적으로 증가하며 일 단위 누적으로 올바르게 일 누적강우 형식으로 된 관측된 경우이며, Fig. 3(b)은 일 단위 누적으로 강우가 기록되고 있다가 0mm로 돌아가 다시 일 누적강우로 기록되는 형식으로 간간이 원 자료에 존재한다.

분 단위 강우자료는 일 누적강우 형식으로 관측이 되고 있기 때문에 결측 기간의 강우가 발생하지 않으면 결측이 있더라도 결측 이전의 강우와 결측 이후의 강우가 동일하다. 따라서 이러한 경우에 대해서는 강우가 발생하지 않은 것으로 판단하여 결측자료에 대한 강우보정을 실시하였다. 만약 결측 이전과 결측 이후의 강우량이 다르게 관측된 경우에 대해서는 결측시 품질관리단계에서 보정을 실시하지 않았다. 이는 추세선과 같은 방법으로 강우량의 보정할 수 있으나 언제, 얼마만큼의 강우가 발생했는지 고려할 수 없기 때문에 본 연구에서는 강우 보원품질관리 단계에서 역거리법을 이용한 주변관측소의 강우자료를 이용하여 강우 보원을 실시하였다.

두 번째로는 이상치에 대한 품질관리를 실시하였다. 이상치의 품질관리는 일 누적 분 단위 강우를 분 단위 강우자료로 계산하고 1분 최대 강우 순으로 순서화를 실시하였다. 순서화된 1분 최대강우 중 1분 3.0mm이상의 강우에 대해서는 원 강우자료에 강우패턴 비교분석을 통해 품질관리를 실시하였다. 예를 들어 강우가 발생하

고 있지 않다가 1분에 갑자기 많은 강우가 발생한 경우와 지속적으로 3.0mm 이상의 동일한 강우가 발생한 경우 등에 대해서는 이상치로 판단하고 앞선 결측치 품질관리와 동일하게 강우 보원품질단계에서 역거리법을 이용하여 보원을 실시하였다. Fig. 4는 서울지점(108)의 이상치 품질관리를 도시한 결과이다. 이상치에 대한 품질분석결과, 1분에 7.0mm이상의 강우가 발생한 자료는 이상치일 가능성이 매우 높은 것으로 나타났으며, 특히 겨울철에 결빙 등으로 인한 이상치가 빈번히 많이 발생하는 것으로 나타났다.

세 번째는 결측치와 이상치 자료에 대한 강우 보원을 실시하였다. 강우보원은 강우가 발생한 시간과 발생하지 않은 시간으로 구분할 수 있다. 강우가 발생한 시간에 대한 강우보정시에는 역거리법을 통해 강우의 보원을 실시하였으며, 강우가 발생하지 않은 시간은 무 강우로 보원을 실시하였다. 여기서, 강우의 발생 유무에 대한 시간구분은 선행 연구사례인 시 단위 강우관측소간 공간상관거리의 연구내용과 태풍, 장마, 집중호우 기간의 상관거리 등을 고려하여

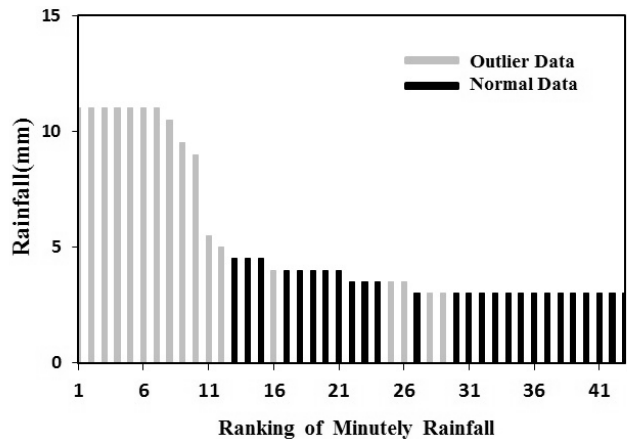


Fig. 4. Quality Control of Outlier Data

수행하였다. 먼저 강우가 발생 유무에 대한 시간을 구분하기 위해 분석대상지점 40개소의 결측치와 이상치 강우자료를 무 강우로 처리하고, 분 단위 강우자료를 시 단위 강우자료로 변환하였다. 또한, 분석대상지역인 서울의 30km 이내에 동서남북 인근의 지상 기상관측지점 4개소(서울(108), 인천(112), 수원(119), 양평(202))의 시 단위 강우자료를 포함하여 총 44개의 모든 지점에서 강우가 발생하지 않은 시간을 추출하였으며, 강우가 발생하지 않은 시간의 결측치와 이상치 분 단위 강우자료는 무 강우로 보완하였다. 만약 40개 방재기상관측지점의 시 단위로 변환된 분 단위 강우자료의 결측치 혹은 이상치가 무 강우로 처리 되었다더라도, 주변 지상기상관측지점의 시 단위 강우자료에 의해 강우가 발생한 시간은 무 강우로 처리되지 않으므로 강우가 발생하지 않은 시간의 결측치와 이상치를 무 강우로 처리 할 수 있었다. 그 외 강우가 발생한 시간의 분 단위 강우자료는 역거리법을 이용하여 강우의 보완을 실시하였다. 본 연구에서는 역거리법을 이용하여 강우 보완품질관리를 실시하였으나, 그 외 수정 역거리법, 수정 4분위 역거리법, CCWM (Correlation Coefficient Weight Method), 인공신경망(ANN) 등의 기법 중 적절한 방법을 선택하여 강우 보완품질관리를 실시할 수 있다. 본 연구에서 활용한 역거리법은 결측지점의 동서남북 4개 방향에서 가장 인접한 관측소를 각각 1개소씩 선정(Yoon, 2009)하여 결측값을 보완을 추천하고 있으나, 동서남북의 기준을 명확히 구분하기는 다소 어려움이 있으므로 본 연구에서는 자료기간에 따라 10km 이내의 가장 인접한 4개의 지점의 강우자료를 이용하여 강우 보완품질관리를 실시하였다.

3.2 품질개선방안 검토

본 연구에서는 분 단위 강우자료의 품질관리를 결측치 품질관리, 이상치 품질관리, 강우 보완 품질관리 단계로 구분하여 품질관리를 실시하였으며, 각 품질관리단계의 결측치 및 이상치의 갯수 및 비율을 Table 2와 같이 도시하였다.

품질관리를 실시한 40개 지점의 분 단위강우자료는 총 319,773,600개로, 이 중 강우량의 전송오류 등과 같은 오류로 인해 원 강우자료에서 빠져 있는 분 단위 강우자료개수는 전체개수의 약 2.5%인 7,857,790개로 나타났다. 원 자료에서 빠져 있는 분 단위의 강우자료, 0.5mm단위, 마이너스 값을 보이는 강우자료에 대해 결측치로 분류를 실시하고, 분 단위 강우자료의 일 누적 강우량의 보정을 통한 결측치 품질관리로 약 4,500,000개의 자료에 대해 품질관리를 실시 할 수 있었다. 그러나 전체 자료의 개수 중에서 약 1.0%인 3,324,060개의 결측치가 여전히 존재하는 것으로 나타났다. 이상치 품질관리에서는 원 자료의 강우패턴을 고려하여 비교분석을 실시한 결과, 약 5,600개의 이상치를 확인하였으며, 분석을 수행한 전 지점과 전 자료기간을 확인한 결과, 1분에 7.0mm이상의 강우가

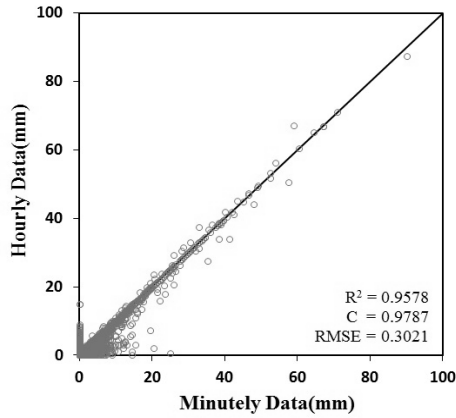
발생한 경우는 이상치 자료일 가능성이 매우 높은 것으로 나타났다. 결측치와 이상치 품질관리 단계에서의 처리하지 못한 3,329,666개의 결측치 및 이상치 자료는 강우보완 품질관리단계에서 강우발생 시간의 유무에 따라 보완을 실시하였다. 강우가 발생하지 않은 시간은 지상기상관측지점 4개소를 포함한 총 44개 지점의 강우가 발생하지 않은 시간을 의미하며, 이는 강우가 발생하지 않은 시간을 강우를 무강우로 처리함으로써 2,566,264개의 분 단위 강우자료를 보정할 수 있었다. 그 외 강우가 발생한 시간인 763,402개의 분 단위 강우자료는 주변 4개 지점을 이용한 역거리법으로 강우보완을 실시하였으며, 보정결과 총 688,301개의 분 단위 강우자료를 보정할 수 있었다. 그러나 결측지점의 주변 관측소에도 결측으로 인해 총 75,101개의 분 단위 강우자료는 보정을 실시할 수 없는 한계점을 확인하였다. 만약 역거리법을 이용하여 반복적으로 보정을 실시하면 동일시간에 40개 지점 모두 강우자료가 결측으로 나타난 1,475개의 강우자료를 제외한 모든 강우자료는 보정을 실시할 수 있지만, 결국에는 자료가 있는 먼 지점의 자료를 이용하여 보정을 실시하게 됨으로써, 선행연구사례와 본 연구에서 설정한 공간상관범위를 넘어서게 된다. 따라서 주변관측소 역시 결측으로 보완을 실시할 수 없는 75,101개의 분 단위 강우자료에 대해서는 다른 통계적 기법을 통해 강우자료 보완을 실시하고 검증하는 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

각각의 방재기상관측지점에 분 단위 강우자료를 각각 검증하는 것은 한계점이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 앞에서 언급한 강우자료의 품질관리방안으로 보완을 실시한 서울(108)지점의 분 단위 강우자료를 시 단위 강우로 변환하여, 기상청에서 품질관리를 실시하고 있는 시 단위 강우자료와 상관분석을 통해 비교 및 검증을 실시하였다. 상관분석방법은 강우 보완품질관리단계에서 보완을 실시하지 못한 290개의 분 단위 강우자료의 시간은 제외하고 검증을 실시하였다. 또한, 부분시계열(5~10월)을 적용하여 비교하는 방법으로 상관분석을 실시하였다. Fig. 5(a)은 전 기간의 상관분석결과이며, Fig. 5(b)는 부분 시계열의 상관분석결과를 도시하였다.

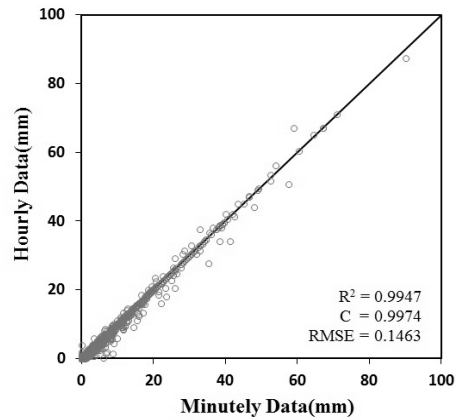
본 연구의 품질관리방안으로 분 단위 강우자료의 품질관리를 실시한 후, 분 단위 강우자료를 시간단위로 변환하고 시 단위 강우자료와의 상관분석을 실시한 결과 0.9787로 나타났으며, 부분 시계열을 적용한 상관분석은 0.9974로 1에 근사하게 높은 상관성을 확인할 수 있었다. 또한 평균 제곱근 편차(RMSE, Root Mean Square Error)를 이용한 정밀도 분석에서는 각각 0.3021, 0.1463으로 상관분석결과와 동일하게 전 기간 보다는 부분시계열을 적용한 것이 보다 높은 정밀도를 보이는 것으로 나타났다. 이는 겨울철 기간에는 결빙 등으로 강우량의 차이를 보이는 것을 확인할 수 있었다. 따라서, 겨울철(동절기) 방재기상관측지점의 분 단위 자료의 활용에 있어서는 주의가 필요할 것으로 판단된다.

Table 2. Result of Quality Control per Step

St.	Number of Data	Number of Interpolating Date		QC of Miss value		QC of Outlier value		QC of Interpolation			
		Nb.	%	Nb.	%	Nb.	%	Sunny Time		RDS	
								Nb.	%	Nb.	%
108	7,364,160	188,799	2.6	19,061	0.3	19,078	0.3	8,153	0.1	290	0.00
110	6,311,520	204,146	3.2	159,794	2.5	159,821	2.5	33,696	0.5	0	0.00
116	8,940,960	414,563	4.6	153,219	1.7	153,228	1.7	45,750	0.5	2,489	0.03
400	8,940,960	180,550	2.0	67,879	0.8	67,903	0.8	18,943	0.2	2,612	0.03
401	8,940,960	219,917	2.5	99,863	1.1	99,869	1.1	23,091	0.3	2,338	0.03
402	8,940,960	153,463	1.7	63,050	0.7	67,640	0.8	10,326	0.1	2,353	0.03
403	8,940,960	126,243	1.4	50,517	0.6	50,532	0.6	5,493	0.1	2,552	0.03
404	8,940,960	161,545	1.8	44,893	0.5	44,906	0.5	10,795	0.1	2,622	0.03
405	8,940,960	124,258	1.4	36,510	0.4	36,518	0.4	8,308	0.1	2,628	0.03
406	8,940,960	178,181	2.0	36,520	0.4	36,536	0.4	12,492	0.1	2,173	0.02
407	8,940,960	151,621	1.7	50,210	0.6	50,217	0.6	16,382	0.2	2,352	0.03
408	8,940,960	123,918	1.4	62,246	0.7	62,250	0.7	9,561	0.1	2,643	0.03
409	8,940,960	179,035	2.0	88,954	1.0	88,961	1.0	14,963	0.2	2,587	0.03
410	8,940,960	189,900	2.1	116,329	1.3	116,342	1.3	23,682	0.3	2,539	0.03
411	8,940,960	158,353	1.8	49,323	0.6	49,326	0.6	11,436	0.1	2,602	0.03
412	8,940,960	253,028	2.8	94,798	1.1	94,814	1.1	23,280	0.3	2,588	0.03
413	8,940,960	119,219	1.3	64,541	0.7	64,550	0.7	11,035	0.1	2,620	0.03
414	8,940,960	258,248	2.9	129,419	1.4	129,917	1.5	23,647	0.3	2,659	0.03
415	8,940,960	160,445	1.8	44,606	0.5	44,611	0.5	8,812	0.1	2,555	0.03
416	8,940,960	144,432	1.6	52,834	0.6	52,844	0.6	12,666	0.1	2,606	0.03
417	8,415,360	114,898	1.4	38,461	0.5	38,465	0.5	12,084	0.1	1,848	0.02
418	8,940,960	252,779	2.8	76,124	0.9	76,131	0.9	17,200	0.2	2,565	0.03
419	8,940,960	316,729	3.5	183,102	2.0	183,104	2.0	45,040	0.5	2,545	0.03
421	6,837,120	97,374	1.4	28,806	0.4	28,809	0.4	9,593	0.1	176	0.00
422	1,578,240	22,814	1.4	15,783	1.0	15,784	1.0	3,774	0.2	3	0.00
423	6,311,520	75,533	1.2	27,813	0.4	27,816	0.4	7,308	0.1	143	0.00
424	6,311,520	88,079	1.4	20,281	0.3	20,284	0.3	3,641	0.1	225	0.00
425	1,578,240	5,678	0.4	3,172	0.2	3,172	0.2	870	0.1	0	0.00
509	8,940,960	414,421	4.6	276,854	3.1	276,863	3.1	59,695	0.7	2,485	0.03
510	8,940,960	186,738	2.1	70,874	0.8	70,886	0.8	13,823	0.2	2,556	0.03
511	8,940,960	177,340	2.0	69,321	0.8	69,405	0.8	17,750	0.2	1,541	0.02
532	8,940,960	271,619	3.0	133,612	1.5	133,615	1.5	23,875	0.3	2,142	0.02
533	8,415,360	243,059	2.9	98,811	1.2	98,820	1.2	25,098	0.3	1,554	0.02
540	8,940,960	295,167	3.3	101,553	1.1	101,561	1.1	25,366	0.3	2,594	0.03
541	8,940,960	205,518	2.3	119,597	1.3	119,718	1.3	24,099	0.3	2,344	0.03
569	8,940,960	221,596	2.5	77,681	0.9	77,707	0.9	21,547	0.2	2,344	0.03
572	8,940,960	156,923	1.8	61,423	0.7	61,433	0.7	9,569	0.1	1,888	0.02
590	8,940,960	228,879	2.6	81,072	0.9	81,074	0.9	14,896	0.2	2,340	0.03
649	6,837,120	776,223	11.4	339,356	5.0	339,358	5.0	92,535	1.4	0	0.00
889	525,600	16,559	3.2	15,798	3.0	15,798	3.0	3,128	0.6	0	0.00
Total	319,773,600	7,857,790	2.5	3,324,060	1.0	3,329,666	1.0	763,402	0.2	75,101	0.02



(a) Apply All Period



(b) Apply Part Time Series

Fig. 5. Result of Correlation Analysis in Seoul(108)

4. 결론

본 연구는 방재기상관측지점(AWS) 분 단위 강우자료의 품질관리 방안인 관한 연구로, 분 단위 강우자료의 품질개선 방안을 결측치 품질관리, 이상치 품질관리 그리고 강우 보완 품질관리 단계로 구분하여 분석을 수행하고 상관분석을 통해 품질관리에 대한 평가를 실시하였다.

- (1) 본 연구의 품질관리 방안으로 분 단위 강우자료 품질관리를 수행한 결과, 분석을 수행한 총 320,299,200개의 분 단위 강우자료에서 75,101개를 제외한 320,224,099개 강우자료에 대한 품질관리 및 보완을 실시할 수 있었다.
- (2) 강우보완 품질관리 단계에서 75,101개의 자료는 결측지점 주변의 강우자료 역시 결측으로 인해 전 기간의 분 단위 강우자료를 역거리법으로 보완 하는데 한계점을 확인 할 수 있었으며, 다른 보정 기법 및 통계적 기법을 적용하여 한계점을 보완하고 검증하는 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.
- (3) 품질관리를 실시한 분 단위 강우자료를 시 단위 강우자료로 변환하여 시 단위 강우자료와 상관분석과 정밀도 분석을 수행한 결과 각각 0.9787, 0.3021로 나타났으며, 5월~10월의 부분 시계열을 적용한 결과는 0.9974, 0.1463으로 1과 0에 근접하여 높은 상관성과 정밀도를 보이는 것으로 나타났다. 이는 상관성 분석과 정밀도 분석 결과를 통해 방재기상관측지점(AWS)의 강우자료는 특히 겨울철에 결빙 등과 같은 원인으로 오류가 많이 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 겨울철(동절기) 방재기상관측지점의 분 단위 자료의 활용에 있어서는 주의가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구는 분 단위 강우자료의 품질관리에 관한 연구로 분 단위 강우자료의 특성을 파악하고 결측치 품질관리, 이상치 품질관리, 강우보완 품질관리 절차로 이루어진 강우품질관리 방안을 제시함으로써 향후 분 단위 품질관리에 크게 기여할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 물관리연구사업의 연구비지원(14AWM-PB066744-02)에 의해 수행되었습니다. 또한 기상청에서 제공하는 강우자료를 이용하여 분석하였으며, 이에 감사드립니다.

References

Han, M. S., Kim, C. S., Kim, H. S. and Kim, H. R. (2009). "A study on the revised methods of missing rainfall data for real-time forecasting systems." *Journal of Korea Water Resources Association*, Vol. 42, No. 2, pp. 131-139 (in Korean).

Kim, C. S. and Kim, H. S. (2006). "Comparison of estimation methods for the missing rainfall data in a urban sub-drainage Area" *Korea Water Resources Association Conference 2006*, pp. 701-705 (in Korean).

Kim, E. S., Baek, C. W., Lee, J. H., Park, M. J. and Jo, D. J. (2006). "A study on the point rainfall interpolation method : 2 Accuracy Analysis of the Methods." *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol. 7 No. 4, pp. 690-696 (in Korean).

Korea Meteorological Administration (2013). *Annual climatological report* (in Korean).

Korea Meteorological Administration (2013). *Annual report of automatic weather station data* (in Korean).

Oh, J. W., Park, J. H. and Kim, Y. K. (2008). "Missing hydrological data estimation using neural network and real time data recon-

- ciliation.” *Journal of Korea Water Resources Association*, Vol. 41, No. 10, pp. 1059-1065 (in Korean).
- SK Planet (2015). Available at: <http://www.weatherplanet.co.kr/> (Accessed: February 24, 2015).
- Sung, K. M., Goo, Y. J., Kim, T. S. and Heo, J. H. (2010). “Calibration of real time rainfall data using mutual information and artificial neural network.” *Korea Water Resources Association Conference 2010*, pp. 1269-1273 (in Korean).
- Yoo, C. S., Ha, E. H. and Kim, K. J. (2006). “Effect of zero measurements on the spatial correlation structure of rainfall.” *Journal of Korea Water Resources Association*, Vol. 39, No. 2, pp. 127-138 (in Korean).
- Yoo, C. S., Park, C. Y., Kim, K. J. and Jun, K. S. (2008). “Analysis of rainfall spatial correlation structure using minutely data.” *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, Vol. 8, No. 6, pp. 113-120 (in Korean).
- Yoo, J. H. (2010). “A certification of linear programming method for estimating missing precipitation values ungauged.” *Journal of Korea Water Resources Association*, Vol. 43, No. 3, pp. 257-264 (in Korean).
- Yoon, Y. N. (2009). *Hydrology, basic and applied* (in Korean).