

측우기와 근대관측의 <서울우량표(1770~2019)>에 나타난 윤월년 강우 특이성 분석

김일권*

한국학중앙연구원 한국학대학원

(접수일: 2024년 7월 30일, 수정일: 2024년 8월 15일, 게재확정일: 2024년 8월 19일)

Analysis of the Rainfall Anomalies in Leap Monthly Years as Shown in the “Seoul Rainfall Table” (1770~2019)

Il-Gwon Kim*

The Academy of Korean Studies, The Graduate School of Korean Studies, Seongnam, Korea

(Manuscript received 30 July 2024; revised 15 August 2024; accepted 19 August 2024)

Abstract This study reevaluated the Chukwookee precipitation records of the *Diary of the Royal Secretariat* and *The Record of Daily Reflections*, which are highly regarded as unprecedentedly long continuous meteorological records in world history. I have reconstructed them called “Hanyang Rainfall Data Set” (1770~1907). This dataset focuses on increased rainfall during ‘leap monthly years’ compared to regular years. Based on the analysis of First Hanyang Rainfall Data Set, leap monthly years (1,273.4 mm) were +6.0% higher than the overall annual average (1,201.6 mm), and +9.8% higher than ‘non-leap monthly years’ (1,159.6 mm). Upon further review using Second Modern Rainfall Data Set (1908~2019, 112 years), leap monthly years (1,369.1 mm) showed a +3.2% increase compared to the overall annual average (1,326.9 mm), and a +5.1% increase compared to non-leap monthly years (1,302.6 mm), demonstrating a consistent trend. When consolidated over the longest span of 250 years in Third Seoul Rainfall Data Set (1770~2019), leap monthly years (1,316.1 mm) were found to be +4.6% higher than the overall annual average (1,257.8 mm), and +7.5% higher than non-leap monthly years (1,223.8 mm). Furthermore, examining annual rainy days, leap monthly years in “Hanyang Rainfall Table” (56.3 days) showed a +3.9% increase compared to non-leap monthly years (54.2 days), indicating an overall increase in rainy days during leap monthly years. The occurrence of such peculiar increases in rainfall during leap monthly years could be attributed to meteorological changes throughout the year, caused by the additional intercalary month. However, specific academic discussions require consultation and evaluation from the meteorological community.

Key words: Chukwookee rainfall records, Intercalary month, Leap monthly year, Diary of the royal secretariat (*Seungjeongwon-ilgi*), The record of daily reflections (*Ilseong-rok*), Seoul rainfall data set

*Corresponding Author: Il-Gwon Kim, The Academy of Korean Studies, 323 Haogae-ro, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi 13455, Korea.
Phone: +82-31-730-8142, Fax: +82-31-730-8189
E-mail: namdookim@naver.com

1. 서 론

한국 기상역사에서 측우기의 발명은 세계사적 가치로 널리 조명되어 왔다. 그렇지만 세종조 측우기(철제, 1441년 9월) 창제 사실에 비해 현재까지 전승된 측우기 우량기록이 영조조 경인년 동계 측우기(1770년 5월, 11.5척 × 7촌, 30 × 14 cm)의 재흥(再興) 결과라는 점은 잘 주목되지 않았다. 이 영조의 경인측우기로 계측된 우량기록이 유네스코 세계기록유산물로 등재된 조선왕조의 국정일기 『승정원일기』(3,244책)에 가장 많이 수록 보존되어 있다. 이 때문에 선행연구는 모두 이를 중심으로 분석하였다.

그 첫 연구는 근대 초기 Wada (1917)의 『조선고대 관측기록조사보고』에서 시작되었다. 여기서 측우기 우량값 기록을 연월별로 정리한 <경성우량표(1770~1907)>와 이를 일정한 ‘월별 경정(更正) 계수값’으로 곱하여 보정한 <경정우량표(1770~1914)>를 수록하였다. 특히 후자는 해방 이후 국립중앙관상대가 『서울강수량표(1770~1954)』(『기상50년보』, 1956.3)와 『서울지방 월강수량표(1770~1960)』(1961)로 승인하여 습용함에 따라 우리 기상역사 우량표의 기준 역할을 하였다. 그런데 필자는 와다유지의 책을 국역하는 과정에서 그 ‘월별 경정 계수표’ 자체에 오류가 있음을 처음으로 확인하였다(Kim et al., 2020). 이후 재차 오류의 원인과 그로 인한 경정의 과다·과소 과정을 자세히 분석하였고,¹ 더욱 근본적 문제로 위 <경성우량표>가 Wada가 주로 의거한 『승정원일기』의 실제 사료값과 많은 부분에서 누락 내지 과다된 자료물임을 밝혔다(Kim, 2023a).

기상학계 선행연구로 Jung and Lim (1994)과 Jhun and Moon (1997)도 와다유지의 경정작업이 지닌 문제성을 일부 지적하면서도 구체적 오류 검토로까지 나가지는 않았다. 대신에 Jhun and Moon (1997)은 19세기 대응 107년간(1801~1907)의 측우기 사료 복원 연구를 『승정원일기』 위주로 진행하고 『일성록』을 참조로 다루었다.² 그러나 이 논문에는 측우기 사료 전체의 총 건수, 총 측우일, 총 우량 제시는 없이 평균 우량값으로 다루었고(승정원일기 1,177.0 mm, 일

성록 1,180.8 mm), 구간별 우량 통계표나 기록 중복성 문제의 언급 등도 없어서 이 연구의 재검증이 불가한 까닭에 얼마만큼 실제 사료에 근접하였는지 알기 어려운 문제를 지닌다.

이처럼 조선시대 측우기 기록의 기상학사적 가치가 매우 높은 것에 비해 아직 기초 사료의 확립이 이루어지지 않은 점을 알 수 있다. Kim (2023a)은 바로 이 점에 주목하여 새로 단추를 꿰맨다는 차원에서 측우기 사료의 전면적 전수 복원을 시도하여 양대 측우기 사료(『승정원일기』와 『일성록』)를 교차 통합한 소위 <한양우량표(1770~1907)>를 국내 처음으로 개발하였다.³ 이 자료를 통해 새롭게 접근 가능하게 된 윤월년(윤달이 든 해)의 강우량 증가 특이성 관점을 본고에서 연강우 일수와 월강우량 측면으로 더욱 심화하여 분석한다.⁴

2. 자료 및 분석

2.1 <한양우량표>와 <근대우량표>의 자료 연속성

먼저 138년간의 <한양우량표(1770~1907)>는 가칭 <승정원우량표>와 <일성록우량표>의 두 종류를 각기 복원하는 것으로 시작하고, 측우기록 년수가 전자는 138년간(1770.6.6~1907.11.23), 후자는 132년간(1776.3.21~1907.11.23)이 되, 후자에 4개년(1786, 88, 89, 90)이 누락되어 있어 실제로는 128년간 기록이다. 측우 기록 형태가 전자는 강우 시간별로 수차례 누적하거나 1일 2~3회씩 수록한 반면에, 후자는 1일 1건씩 합산하여 수록하는 방식이다. 이런 기록방식의 차이는 양자 대조를 통해 서로의 일별 측우량 수치기록을 검증하거나 보정 가능토록 하는 의의가 매우 높다.

전체적으로 볼 때 『승정원일기』가 기록 충실성과 연속성이 높아서 주요 전거로 삼게 되고, 『일성록』

¹경정계수표에 사용된 구식(측우기) 관측값 5년치(1888, 1889, 1902, 1903, 1907) 중 1903년 5월의 우량 336 mm를 236 mm로 오독함에 따라 합산과 평균에도 영향을 끼쳐 5월 경정계수가 110%에서 140%로 과다 계상된 오류, 또 1889년 12개월 수치 전체가 1890년의 것으로 잘못 기입됨에 따라 신식 관측값과 일괄하여 잘못 대조된 오류, 또 1902, 1903년의 2~4월 값을 누락시킨 오류 등이 발생하여, <경정우량표>는 138년치의 12개월 모두에 과다 내지 과소의 경정이 이루어졌다. 예컨대 당초 경정 취지와 달리 강설과 무관한 4, 5, 9월은 140% 이상의 우량 과대로 되고, 7, 10월은 90%로 우량 과소로 경정되었다(Kim, 2023a).

²Jhun and Moon (1997; 699쪽)에서 1801~1907년 기간 중 『승정원일기』에는 강우기록이 있으나 『일성록』에 없는 경우가 250회, 반대로 『일성록』에만 있는 경우가 244회라고 하였는데, 이는 사료의 전수 조사를 하지 않은 점과 기록 방식의 차이를 구분하지 않은 때문이다. 전수조사하면, 『승정원일기』가 『일성록』에 비해 측우일이 492일(=7,141-6,649)이 더 많고, 특히 총량이 2,118건(=8,820-6,702)이나 훨씬 더 많은 것은 기록방식에서 전자는 1일 2~3회 시간대별로 수차례씩 수록한 반면에, 후자는 1일 1건씩 합산한 수치로 수록한 때문이다.

³같은 서울 지역 기준임에도 본고에 다루는 3종 자료의 구분을 위해 ‘한양>경성>서울’로의 명칭변화에 착안하고, 시대와 지역이 동시에 표명되도록 하면, 조선 후기 측우기 강우량 기록은 ‘한양우량표’, 근현대 강수량 기록은 ‘근대경성우량표’라 하고, 이들 통합 기록표는 ‘서울우량표’로 명명하여 가장 대표가 되도록 하였다.

⁴학제간 연구 소통과 기상학 전문가 검증을 위해 Kim (2023a)이 인문학적으로 분석한 방대한 내용을 본고에서 데이터 중심으로 중복하여 간략 재론한다.

Table 1. The integrated details of the <Seoul rainfall table>.

Source	Total Observations (Records)	Total Rain Days	Average Annual Rain Days	Total Rainfall (mm)	Average Annual Rainfall (mm)	Remarks
A. Integrated <Hanyang Rainfall table> (1770~1907, 138 years)	9,312 (100%)	7,587 (100%)	55.0 (100%)	165,824 (100%)	1,201.6 (100%)	616 supplemental rain observation days from the Ilseong-rok
B. <Seungjeongwon Rainfall table> (1770~1907, 138 years)	8,820 (94.7%)	7,141 (94.1%)	51.7 (94.0%)	155,310 (93.7%)	1,125.4 (93.7%)	113 years where annual rainfall data from Ilseong-rok differs
C. <Ilseong-rok Rainfall table> (1776~1907, 132 years)	6,702 (72.0%)	6,649 (87.6%)	51.9 (94.4%) (128 years avg.) *50.4 (91.6%) (132 years avg.)	143,496 (86.5%)	1,121.1 (93.3%) (128 years avg.) *1,087.1 (90.5%) (132 years avg.)	4 years missing data (1786, 1788, 1789, 1790)

은 그를 보충하는 검증 역할로 대비된다. 그렇지만 실제 양자 비교를 해보면, 하루 시각 기준이 달라서 상당히 복잡한 과정을 거쳐야 하며, 전자는 개동(開東, 04시경) 시각 이전은 전날 우량으로, 후자는 인정(人定, 20시경) 시각부터 익일 우량으로 날짜별 분리하여 수록하였다. 이때 『승정원일기』가 하루 기준을 자정(24시)이 아니라 개동 시각으로 한 것은 <정조 15년(1791) 1일 3차 계측과 보고 규정(『서운관지』 권1 「번규편」)>에 따른 것이고, 『일성록』이 인정 시각까지를 당일 우량으로 수록한 것은 인정이 야간통행금지 시각이어서 일상 활동을 멈추는 야간 시점을 마감으로 삼은 시간관 때문으로 보인다.

이런 몇 가지 설정과 분석을 거쳐 양자 대조하면, 총 측우기록 건수가 『승정원일기』는 138년간 8,820건 7,141일치(연평균 51.7일)이고, 『일성록』은 128년간 6,702건 6,649일치(연평균 51.9일)이며, 총 강우량은 전자 155,310 mm, 후자 143,496 mm이고, 연평균은 전자 1,125.4 mm, 후자 1,121.1 mm로 산출된다. 이렇게 만든 각기 자료표를 갖고 다시 양자 대조하여 중복기록이나 누락 여부를 처리하면, 무려 113년분에서 우량기록이 보정되고, 연총강우량(Annual total precipitation)이 동일한 해는 불과 19년분(1776, 1779, 1784, 1785, 1786, 1787, 1788, 1789, 1790, 1791, 1801, 1804, 1807, 1822, 1836, 1839, 1842, 1851, 1871)이다. 최종 통합 집계된 <한양우량표>는 총측우기록이 138년간 9,312건 7,587일치(연평균 55.0일)이고, 총강우량은 165,824 mm이며, 연평균 강우량은 1,201.6 mm로 산출된다(Table 1). 이 결과를 갖고 앞서 Jhun and Moon (1997)의 연구와 비교하면, 양대 사료의 연평균 강우량값 둘다 과다 산출된 상황이므로 사료 접근성의 한계가 짙이고, 그럼에도 필자의 통

합 연평균 강우량보다는 작은 값이어서 양자 대조의 보충 보정작업을 진행하지는 않았던 것임을 시사한다.

이와 같이 『승정원일기』와 『일성록』의 양대 사료 대조를 통해 새롭게 전면 재구축한 <한양우량표>의 연평균 강우량(1,201.6 mm) 수치는 강설량을 포함한 근대 연평균 강수량 1,246.2 mm(근대 경성 1908~1949, 『기상50년보』 의거)에 오차범위로 근사하므로 측우기 계측의 우량기록 정밀성과 사료 신뢰성이 매우 높음을 보여준다. 이 점을 주목하면, 한양 기준으로 대한제국 관상감의 역할을 대체하여 경성측후소가 근대식 계측한 1908년부터의 근대 강수량 기록을 강설량 감안한 오차범위 아래 측우기 강우량 기록에 연속하여 사용할 수가 있음을 시사한다. 이에 따라 제1 <한양우량표(1770~1907)>에 이어 용어구분 편의상 제2 <경성우량표> 내지 <근대우량표(1908~2019, 112년간)>⁵로 지칭한 자료표를 만들고, 이들을 통합한 전체를 제3 <서울우량표(1770~2019, 250년간)>로 명명하여 구축할 수가 있다(Table 11; 연도 다음 숫자는 윤월 위치. 예: L5는 윤5월).⁶

⁵Kim (2023a)의 <근대우량표>에서 1909~1932는 『경성기상25년보(1908~1932)』(1933), 1933~1949는 『기상50년보』(1956), 전쟁기로 결락된 1950~1952는 <기상자료개발포털>과 근대 42년간 평균치로 보충하고, 1953~1960은 중앙관상대의 『서울지방 월강수량』(1961), 1961~2019는 기상청의 <기상자료개발포털>에 의거 작성하였다.

⁶강설량 관련 엄밀한 자료 연속성 측면에서 <한양우량표>에는 기록되지 않은 과거 강설량을 복원할 방법이 없고, <근대우량표>에서는 강설량 부분을 분리 기록하지는 않아서 이를 감안할 방법을 찾기가 어렵다. 이런 자료 한계를 감안하되 겨울철 강설량 수치가 연강수량 전체에 차지하는 비율이 상대적으로 적은 관계로 장기 우량 변화를 살펴보는 측면에서는 자료 연속성을 허용하여 250년간의 <서울우량표>로 만들어 사용하는 유용성이 더 크다고 생각된다.

Table 2. Comparison of annual rainfall in Hanyang over 138 years (1770~1907).

	Average Annual Rainfall (mm)	Against Leap Monthly Years (%)	Against Total Years (%)	Against Regular Monthly Years (%)
A Previous Year of LMY	1,142.5	-10.3	-4.9	-1.5
B Leap Monthly Year (LMY)	1,273.4	·	+6.0	+9.8
C Next Year of LMY	1,157.6	-9.1	-3.7	-0.2
D Regular Monthly Year	1,159.6	-8.9	-3.5	·
E Total Years	1,201.6	-5.6	·	+3.6

Table 3. Comparison of annual rainfall over 112 modern years (1908~2019).

	Average Annual Rainfall (mm)	Against Leap Monthly Years (%)	Against Total Years (%)	Against Regular Monthly Years (%)
A Previous Year of LMY	1,267.7	-7.4	-4.5	-2.7
B Leap Monthly Year (LMY)	1,369.1	·	+3.2	+5.1
C Next Year of LMY	1,319.5	-3.6	-0.6	+1.3
D Regular Monthly Year	1,302.6	-4.9	-1.8	·
E Total Years	1,326.9	-3.1	·	+1.9

2.2 윤월년의 연강우량 변동 문제

본고의 <한양우량표(1770~1907)> 개발에는 필수적으로 측우기 사료의 음력 날짜를 근대 양력으로 환산하는 작업이 동반되고, 이 과정에서 윤달이 든 윤월년이 기상학에 영향을 미치는 요소일 가능성을 검토하였다. 이에 윤월년(윤달이 든 해)의 연강우량을 별도로 뽑고, 나머지 평월년(윤달이 없는 해)⁷과 비교하되, 추이를 보기 위해 평월년은 다시 윤월년의 전년과 익년으로 구분하여 비교하였다(Kim, 2023a).

그 결과 측우기 관측 기간인 조선 후기 138년간(1770~1907)에서 윤월년의 연평균 강우량(1,273.4 mm)이 전체 연평균(1,201.6 mm)보다는 +6.0% 많고, 윤달이 없는 평월년(1,159.6 mm)보다는 +9.8% 많다. 또한 윤월년에 비해 익년(1,157.6 mm)은 -9.1%, 전년(1,142.5 mm)은 -10.3%가 적다(Fig. 1; Table 2). 즉, 138년간 중 윤월년의 우량이 평월년보다 약 10%나 적으며, 윤월년의 익년보다 전년에 약 1.2% 더 적게 나타나고 있다. 또달리 보면 전체 연평균 강우량값의 견인을 윤월년 강우량이 주도하는 현상이라 볼 수가 있는 흥미로운 분석인 것이다.

과연 이 측우기 기록의 분석이 의미 있는 것인지 자료 신뢰성 검증을 위해 근대 강수량 통계와 비교해

⁷현행 태양력 체제에서 ‘평년과 윤년’을 구분하는 것과 용어 혼동을 피하기 위해, 현행의 1 태양년 기준에서 윤달 유무에 따라 음력 윤달이 든 해는 윤월년, 윤달이 없는 해는 평월년으로 용어 정의하여 사용한다.

볼 필요가 있다. 1908년부터 근대식 계측 기록한 <근대우량표(1908~2019)>의 연평균 강수량으로 비교하면,

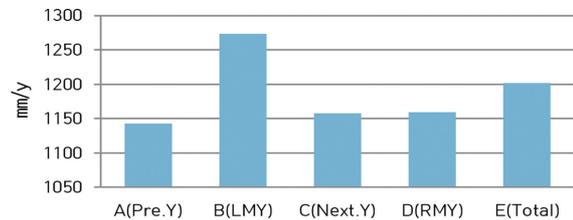


Fig. 1. Comparison of average annual rainfall before and after leap monthly years in Hanyang over 138 years (1770~1907; Pre.Y = Previous Year of LMY, LMY = Leap Monthly Year, Next.Y = Next Year of LMY, RMY = Regular Monthly Year, Total = Total Years).

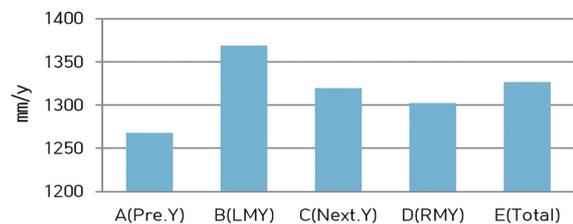


Fig. 2. Comparison of average annual rainfall before and after leap monthly years over 112 modern years (1908~2019).

Table 4. Comparison of annual rainfall in Seoul over 250 years (1770~2019).

	Average Annual Rainfall (mm)	Against Leap Monthly Years (%)	Against Total Years (%)	Against Regular Monthly Years (%)
A Previous Year of LMY	1,199.7	-8.8	-4.6	-2.0
B Leap Monthly Year (LMY)	1,316.1	.	+4.6	+7.5
C Next Year of LMY	1,229.8	-6.6	-2.3	+0.5
D Regular Monthly Year	1,223.8	-7.0	-2.7	.
E Total Years	1,257.8	-4.4	.	+2.8

근대 윤월년(1,369.1 mm)이 전체 연평균(1,326.9 mm)⁸ 보다는 +3.2% 많고, 평월년(1,302.6 mm)보다는 +5.1% 많다. 구체적으로 윤월년 대비하여 익년은 -3.6% 적고, 전년은 -7.4%로 더 적어져 역시 윤월년의 강우 증가 특이성이 뚜렷하게 나타난다(Fig. 2; Table 3). 이처럼 근대에 들어서도 윤월년의 전년 감소가 익년 감소보다 약 3.8% 더 현저하게 심화되어 나타나므로 그 편차가 측우기 시대보다 더 뚜렷하다.

위의 조선 후기 <한양우량표>와 근대 <경성우량표>를 합친 전체를 최장기 <서울우량표(1770~2019)>로 통합하여 분석하면, 윤월년(1,316.1 mm)의 연강우량이 전체 연평균(1,257.8 mm) 대비하여 +4.6% 많고, 평월년(1,223.8 mm) 대비 +7.5% 많게 나타나고, 구체적으로 윤월년 대비로 익년은 -6.6%, 전년은 편차가 더 큰 -8.8% 적어진 결과를 보인다(Fig. 3; Table 4).

정리하면, 윤월년은 평월년 대비하여 강우 증가의 특이성 경향이 뚜렷하고, 그 증가의 정도가 측우기 기록상은 +9.8% 수준, 근대 기록상은 +5.1% 수준으로, 전체 통합 기록으로는 +7.5% 수준으로 증가된 결과이다. 특히 윤월년에 비해 평월년 전년의 감소폭이 측

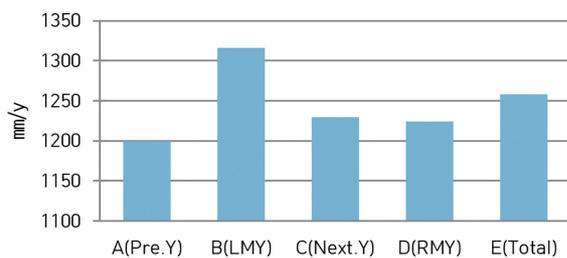


Fig. 3. Comparison of average annual rainfall before and after leap monthly years in Seoul over 250 years (1770~2019).

⁸강설량을 포함한 근대(1908~2019) 연평균 강우량값(1,326.9 mm)은 측우기 기록(1,201.6 mm)에 비해 10.4% 높은 결과이다. 그 이유로 근대값은 강설량 포함, 주척 1푼(2 mm) 이하 미량 강우 포함 및 강우량 증가 추세 등이 고려된다.

우기 시대는 -10.3%, 근대는 -7.4%에 이르고, 서울 250년간(1770~2019)의 장기 분석으로는 -8.8%에 수렴한다. 이러한 현상의 원인에 대해 연중 추가된 윤달의 인력에 의한 강우 기상의 변동 측면이 제기될 만하나 필자 역량을 벗어나므로 추후 전문가 협업을 노의할 문제이다. 또 서울 외의 지역에서 검증도 필요하다.

2.3 윤월년의 강우일수와 월별 강우량 변화 문제

그러면 추가된 윤달의 기상 영향 문제를 가능하는 일환으로 <한양우량표>의 강우일수 문제와 윤월별 위치에 따른 강우량 통계 상황을 검토한다.

첫째로 연평균 강우일수로 비교해보면, 윤월년 강우일수(56.3일)가 전체 평균(55.0일)보다 +2.4% 많고, 평월년(54.2일)보다는 +3.9% 더 많아졌으며, 구체적으로 윤월년 대비하여 익년은 -2.8% 적고, 전년은 더 큰 폭의 -4.3%로 적어진 결과로 나타난다(Fig. 4; Table 5). 이 분석을 통해 윤월년의 강우량 증가가 윤월년에 강우일수가 더 많아진 현상과 비례적 상관성을 보이는 것이라 해석된다. 다만 이 점은 추후 재검증을 요한다.

둘째로 연강우량 전체 문제가 아니라 윤월년 강우량 증가 현상이 어느 달에서 주로 나타나는지를 알아볼 필요성도 있어, 윤월년과 평월년을 구분하고서 월별 우량 변화를 살펴본다(Tables 6, 7).

이를 위해 먼저 한양 138년간(1770~1907) 기록된 윤월년과 평월년의 월별 평균우량 증감 상황으로 비

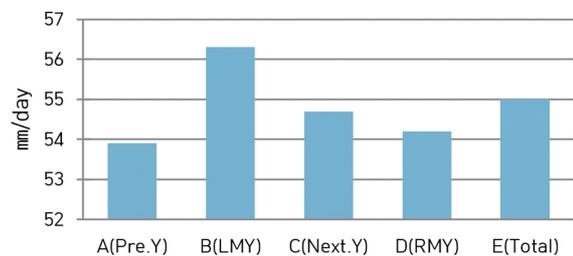


Fig. 4. Comparative graph of average annual rainfall days in Hanyang over 138 years (1770~1907).

Table 5. Comparison of average annual rainfall days in Hanyang over 138 years (1770~1907).

	Average Annual Rainfall (mm)	Against Leap Monthly Years (%)	Against Total Years (%)	Against Regular Monthly Years (%)
A Previous Year of LMY	53.9	-4.3%	-2.0%	-0.6%
B Leap Monthly Year (LMY)	56.3	.	+2.4%	+3.9%
C Next Year of LMY	54.7	-2.8%	-0.5%	+0.9%
D Regular Monthly Year	54.2	-3.7%	-1.5%	.
E Total Years	55.0	-2.3%	.	+1.5%

Table 6. Monthly rainfall total table for leap monthly years (mm).

Monthly	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Rainfall
Hanyang Rainfall table (1770~1907)	304	536	1,676	3,790	4,454	6,496	19,500	15,456	7,662	2,530	1,626	912	64,942
Modern Rainfall table (1908~2019)	827.0	998.1	1,939.5	2,913.2	3,902.8	5,898.7	16,920.3	12,504.8	5,485.9	1,763.0	1,972.4	1,009.0	56,134.7
Seoul Rainfall table (1770~2019)	1,131.0	1,534.1	3,615.5	6,703.2	8,356.8	12,394.7	36,420.3	27,960.8	13,147.9	4,293.0	3,598.4	1,921.0	121,076.7

Table 7. Monthly rainfall total table for regular monthly years (mm).

Monthly	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Rainfall
Hanyang Rainfall table (1770~1907)	562	812	3,082	6,052	7,508	12,522	29,948	21,860	9,912	4,006	3,304	1,314	100,882
Modern Rainfall table (1908~2019)	1,555.9	1,678.8	3,086.3	5,896.0	6,297.5	9,751.1	25,985.9	18,787.9	10,618.5	3,790.3	3,185.6	1,848.7	92,482.5
Seoul Rainfall table (1770~2019)	2,117.9	2,490.8	6,168.3	11,948.0	13,805.5	22,273.1	55,933.9	40,647.9	20,530.5	7,796.3	6,489.6	3,162.7	193,364.5

교해보면, 7월(+11.1%), 8월(+20.6%), 9월(+31.9%)의 3개월 구간에서 큰 폭의 증가가 발생하였다(Fig. 5; Table 8). 이 구간이 하추(夏秋)의 한국형 우기 기간⁹에 대응한다는 점에서 윤월년의 우량 증가 원인이 주로 여름-초가을 발생의 우량 증가에 따른 것임을 보여준다. 이 문제를 제차 근대 112년간(1908~2019)의 월별 증감으로 비교하면, 7월(+12.8%), 8월(+15.3%)의

⁹<한양우량표>의 날짜별 누적 일우량 변화는 여름 강우가 제1구간(6.25~7.24, 30일간), 제2구간(7.27~8.11, 16일간), 제3구간(8.16~9.05, 21일간)의 세 차례에 걸쳐 높은 우량을 기록하므로 이를 한국형 우기(하추 73일간, 6.25~9.05)로 잠정 규정하였다(Kim, 2023a).

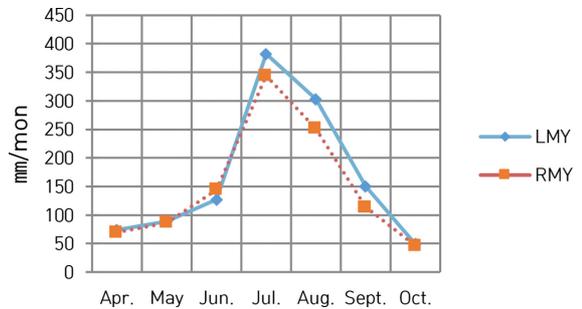


Fig. 5. Comparison of monthly average rainfall in Hanyang over 138 years (1770~1907).

Table 8. Comparative table of monthly average rainfall (mm) in leap monthly years and regular monthly years in Hanyang over 138 years (1770~1907).

Monthly	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Rainfall
Total Rainfall of Hanyang (mm)	866	1,348	4,758	9,842	11,962	19,018	49,448	37,316	17,574	6,536	4,930	2,226	165,824
Average Rainfall of Hanyang	6.3	9.8	34.5	71.3	87.3	137.8	358.3	270.4	127.3	47.4	35.7	16.1	1,201.6
Average Rainfall of Hanyang in LMY	6.0	10.5	32.9	74.3	89.1	127.4	382.4	303.1	150.2	49.6	31.9	17.9	1,273.4
Average Rainfall of Hanyang in RMY	6.5	9.3	35.4	69.6	86.3	143.9	344.2	251.3	113.9	46.0	38.0	15.1	1,159.6
Ratio of LMY to RMY (%)	-7.7%	12.9%	-7.1%	+6.8%	+3.2%	-11.5%	+11.1%	+20.6%	+31.9%	+7.8%	-16.1%	+18.5%	+9.8%

Table 9. Comparative table of monthly average rainfall (mm) in leap monthly years and regular monthly years over modern 112 years (1908~2019).

Monthly	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Rainfall
Modern total Rainfall (mm)	2,382.9	2,676.9	5,025.8	8,809.2	10,200.3	15,649.8	42,906.2	31,292.7	16,104.4	5,553.3	5,158.0	2,857.7	148,617.2
Modern average Rainfall	21.3	23.9	44.9	78.7	91.1	139.7	383.1	279.4	143.8	49.6	46.1	25.5	1,326.9
Modern average Rainfall in LMY	20.2	24.3	47.3	71.1	95.2	143.9	412.7	305.0	133.8	43.0	48.1	24.6	1,369.1
Modern average Rainfall in RMY	21.9	23.6	43.5	83.0	88.7	137.3	366.0	264.6	149.6	53.4	44.9	26.0	1,302.6
Ratio of LMY to RMY (%)	-7.8%	+3.0%	+8.7%	-14.3%	+7.3%	+4.8%	+12.8%	+15.3%	-10.6%	-19.5%	-7.1%	-5.4%	+5.1%

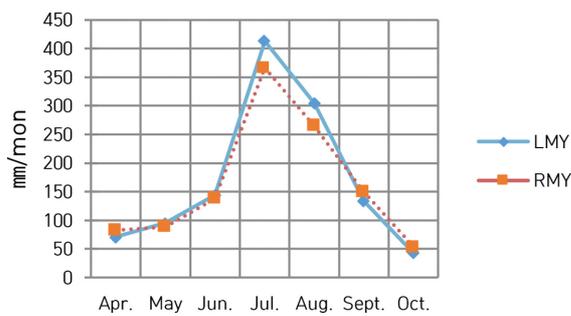


Fig. 6. Comparison of monthly average rainfall over 112 modern years (1908~2019).

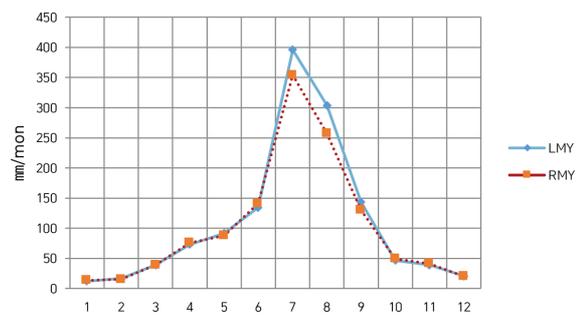


Fig. 7. Comparative graph of monthly average rainfall in leap monthly years and regular monthly years in Seoul over 250 years (1770~2019).

2개월 구간에서 큰 폭의 증가가 발생하므로 역시 여름철 강우 증가 현상을 보인다(Fig. 6; Table 9).

이상을 종합하기 위해 <서울우량표(1770~2019)>로 살펴보면, 7월(+11.8%), 8월(+18.1%), 9월(+10.0%)의 3개월 구간에서 10% 이상의 윤월년 강우량 증가 현상을 뚜렷하게 보인다고 정리된다(Fig. 7; Table 10).

3. 결론과 토의

3.1 새로운 측우기록 복원, 양대 사료 통합의 <한양우량표>

세계 기상사적 가치에 빛나는 측우기의 우량기록은

Table 10. Comparative table of monthly average rainfall (mm) in leap monthly years and regular monthly years in Seoul (1770~2019, 250 years).

Monthly	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Rainfall
Overall total	3,248.9	4,024.9	9,783.8	18,651.2	22,162.3	34,667.8	92,354.2	68,608.7	33,678.4	12,089.3	10,088.0	5,083.7	314,441.2
Overall average	13.00	16.10	39.14	74.60	89.01	138.67	369.42	274.43	134.71	48.36	40.35	20.33	1,257.76
Average Rainfall of Seoul in LMY	12.3	16.7	39.3	72.9	91.8	134.7	395.9	303.9	142.9	46.7	39.1	20.9	1,316.1
Average Rainfall of Seoul in RMY	13.4	15.8	39.0	75.6	87.4	141.0	354.0	257.3	129.9	49.3	41.1	20.0	1,223.8
Ratio of LMY to RMY (%)	-8.2%	+5.7%	+0.8%	-3.6%	+5.0%	-4.5%	+11.8%	+18.1%	+10.0%	-5.3%	-4.9%	+4.5%	+7.5%

세계 최장기 연속 기록물이란 점에서 중장기적 기상 기후 변동 해석에 매우 중요한 원천 자료 역할을 한다. 이같은 높은 가치의 우량기록이 유네스코 세계기록유산물로 등재된 『승정원일기』(1623.3~1910.8, 288년간)에 수록 보존되어 왔음은 학계에 일찍부터 널리

알려졌고, 그러나 방대한 분량의 『승정원일기』 한문 원전을 직접 다루면서 분석하는 일이 결코 쉽지 않아서 지금껏 축우기 수치 기록을 전수 산출하는 작업을 체계적으로 수행하지는 못하였다. 여기에 더하여 조선왕조 국정 연대기 내각 일지인 『일성록』(1760.1~

Table 11. Annual rainfall values of <Seoul rainfall table> (1770~2019, overall average 1,257.76 mm).

Year (L: LMY)	Annual Rainfall (mm)								
1 1770L5	1,172	51 1820	1,306	101 1870L10	952	151 1920	1,674.4	201 1970	1,708.2
2 1771	670	52 1821	2,598	102 1871	1,554	152 1921	971.9	202 1971L5	1,359.7
3 1772	320	53 1822L3	784	103 1872	1,040	153 1922L5	1,552.8	203 1972	1,769.6
4 1773L3	514	54 1823	1,078	104 1873L6	1,364	154 1923	1,194.7	204 1973	928.1
5 1774	608	55 1824L7	1,572	105 1874	1,818	155 1924	1,001.0	205 1974L4	1,250.7
6 1775L10	542	56 1825	910	106 1875	1,836	156 1925L4	1,934.1	206 1975	1,067.4
7 1776	722	57 1826	1,126	107 1876L5	712	157 1926	1,822.5	207 1976L8	1,109.5
8 1777	638	58 1827L5	1,984	108 1877	1,602	158 1927	1,269.7	208 1977	1,147.5
9 1778L6	758	59 1828	1,638	109 1878	1,196	159 1928L2	1,054.3	209 1978	1,160.9
10 1779	972	60 1829	1,014	110 1879L3	2,460	160 1929	1,130.2	210 1979L6	1,279.4
11 1780	734	61 1830L4	1,314	111 1880	1,280	161 1930L6	1,626.6	211 1980	1,242.4
12 1781L5	1,306	62 1831	1,074	112 1881L7	1,230	162 1931	1,388.3	212 1981	1,216.2
13 1782	784	63 1832L9	2,162	113 1882	874	163 1932	941.2	213 1982L4	949.3
14 1783	848	64 1833	1,770	114 1883	996	164 1933L5	1,400.8	214 1983	1,205.1
15 1784L3	1,488	65 1834	898	115 1884L5	1,352	165 1934	1,244.6	215 1984L10	1,249.5
16 1785	682	66 1835L6	1,476	116 1885	1,496	166 1935	1,202.3	216 1985	1,544.6
17 1786L7	810	67 1836	772	117 1886	1,222	167 1936L3	1,531.6	217 1986	1,247.4
18 1787	1,884	68 1837	982	118 1887L4	868	168 1937	1,063.0	218 1987L6	1,751.4
19 1788	1,084	69 1838L4	758	119 1888	1,340	169 1938L7	1,058.8	219 1988	760.8
20 1789L5	1,380	70 1839	1,878	120 1889	1,024	170 1939	638.7	220 1989	1,437.1

Table 11. Continued.

Year (L: LMY)	Annual Rainfall (mm)								
21 1790	776	71 1840	1,024	121 1890L2	1,164	171 1940	2,135.1	221 1990L5	2,355.5
22 1791	1,842	72 1841L3	902	122 1891	1,364	172 1941L6	1,093.7	222 1991	1,158.2
23 1792L4	1,588	73 1842	1,080	123 1892L6	1,124	173 1942	1,131.0	223 1992	1,454.9
24 1793	1,030	74 1843L7	1,476	124 1893	1,238	174 1943	646.6	224 1993L3	1,292.7
25 1794	1,264	75 1844	1,130	125 1894	512	175 1944L4	1,089.1	225 1994	1,055.8
26 1795L2	896	76 1845	1,268	126 1895L5	950	176 1945	1,561.7	226 1995L8	1,598.6
27 1796	1,450	77 1846L5	1,880	127 1896	1,048	177 1946	1,405.9	227 1996	1,256.6
28 1797L6	926	78 1847	1,658	128 1897	1,272	178 1947L2	1,496.4	228 1997	1,210.2
29 1798	1,186	79 1848	1,228	129 1898L3	1,068	179 1948	1,475.5	229 1998L5	2,349.1
30 1799	1,242	80 1849L4	1,136	130 1899	848	180 1949L7	633.7	230 1999	1,733.1
31 1800L4	1,666	81 1850	1,452	131 1900L8	522	181 1950	867.4	231 2000	1,186.8
32 1801	938	82 1851L8	1,678	132 1901	388	182 1951	1,264.2	232 2001L4	1,386
33 1802	1,422	83 1852	1,182	133 1902	728	183 1952L5	1,410.2	233 2002	1,388
34 1803L2	920	84 1853	850	134 1903L5	1,178	184 1953	1,382.2	234 2003	2,012
35 1804	1,306	85 1854L7	1,504	135 1904	668	185 1954	1,435.8	235 2004L2	1,499.1
36 1805L6	1,462	86 1855	1,202	136 1905	1,178	186 1955L3	1,230.8	236 2005	1,358.4
37 1806	1,752	87 1856	1,154	137 1906L4	656	187 1956	1,701.1	237 2006L7	1,681.9
38 1807	1,044	88 1857L5	1,734	138 1907	760	188 1957L8	1,220.3	238 2007	1,212.3
39 1808L5	1,084	89 1858	1,062	139 1908	1,066.3	189 1958	1,325.4	239 2008	1,356.3
40 1809	968	90 1859	1,272	140 1909L2	827.0	190 1959	1,370.8	240 2009L5	1,564
41 1810	1,724	91 1860L3	1,754	141 1910	1,020.9	191 1960L6	1,188.4	241 2010	2,043.5
42 1811L3	1,412	92 1861	920	142 1911L6	1,067.0	192 1961	1,436.6	242 2011	2,039.3
43 1812	986	93 1862L8	1,332	143 1912	1,129.3	193 1962	986.2	243 2012L3	1,646.3
44 1813	1,298	94 1863	1,298	144 1913	917.5	194 1963L4	1,626.6	244 2013	1,403.8
45 1814L2	1,158	95 1864	1,094	145 1914L5	1,262.6	195 1964	1,794.0	245 2014L9	808.9
46 1815	1,234	96 1865L5	1,810	146 1915	1,578.3	196 1965	1,216.3	246 2015	792.1
47 1816L6	1,818	97 1866	776	147 1916	1,710.3	197 1966L3	2,018.9	247 2016	991.7
48 1817	1,722	98 1867	1,482	148 1917L2	981.7	198 1967	1,248.8	248 2017L5	1,233.2
49 1818	1,390	99 1868L4	1,908	149 1918	1,132.3	199 1968L7	1,288.2	249 2018	1,284.1
50 1819L4	1,278	100 1869	904	150 1919L7	1,176.3	200 1969	1,736.8	250 2019	891.3

1910.8, 151년간)에도 동일한 가치의 측우기 우량기록이 실려 왔으나, 이 점이 주목되지는 못하여 아무도 그 전모를 분석하지는 않았다. 이런 문제의식에 기초하여 필자는 영조측우기로 계측된 우량기록 전수를 전면 새로 조사하여 138년간의 매일 강우량 현황과 수치를 복원한 <한양우량표(1770~1907)>를 개발하였

다. 복원 결과 총 9,312건의 측우기록과 7,587일(연평균 55.0일)의 측우일 및 총 강우량 165,824 mm (연평균 1,201.6 mm)의 자료값이 도출되었다. 이 <한양우량표>는 『승정원일기』의 우량기록(1770~1907, 138년간 8,820건, 연평균 강우량 1,125.4 mm)과 『일성록』의 우량기록(1776~1907, 128년간 6,702건, 연평균

강우량 1,121.1 mm)을 상호 검증하여 통합 보정한 결과물이다.

3.2 <서울우량표>에 나타난 윤월년 강우량 증가 현상

양대 사료(승정원일기와 일성록)를 통한 측우기록의 연대기 수치 데이터 복원작업 과정에서 음력의 양력 환산은 필수적인데, 이때 윤월년(윤달 든 해)의 연강우량이 평월년(윤달 없는 해)보다 대개 높게 나온다는 점이 주목되었다. 이 문제를 <한양우량표>로 분석한 결과, 윤월년 연강우량(1,273.4 mm)이 전체 연평균(1,201.6 mm)보다는 +6.0% 많고, 평월년(1,159.6 mm)보다는 +9.8% 많아졌고, 구체적으로 윤월년에 비해 익년(1,157.6 mm)은 -9.1%, 전년(1,142.5 mm)은 -10.3%가 적어진 수치였다. 이를 통해 18~19세기 138년간에 윤월년 우량이 평월년보다 약 10%나 많아지는 추세를 나타내었다. 이 상황을 <근대우량표(1908~2019)>로 재차 검토하면, 근대 윤월년 연강수량(1,369.1 mm)이 전체 연평균(1,326.9 mm)보다는 +3.2% 많고, 평월년(1,302.6 mm)보다는 +5.1% 많아졌으며, 윤월년 대비로 익년(1,319.5 mm)은 -3.6% 적고, 전년(1,267.7 mm)은 -7.4%로 더 크게 적어진 값을 보여, 역시 윤월년의 우량 증가 현상이 뚜렷하게 나타났다. 이상의 두 시기를 통합한 <서울우량표(1770~2019)>로 종합하면, 윤월년(1,316.1 mm)의 연강우량이 전체 연평균(1,257.8 mm)보다는 +4.6% 많고, 평월년(1,223.8 mm)보다는 +7.5% 많아졌으며, 윤월년 대비로 익년(1,229.8 mm)은 -6.6%, 전년(1,199.7 mm)은 더 큰 폭의 -8.8% 적어진 결과를 보였다.

다음으로 윤월년 우량 증가 현상의 월별 변화를 알아보기 위해 윤월년과 평월년의 월별 평균우량 변화 문제로 분석한 결과, <한양우량표>는 7월(+11.1%), 8월(+20.6%), 9월(+31.9%)의 3개월 구간에서, <근대우량표>는 7월(+12.8%), 8월(+15.3%)의 2개월 구간에서 큰 폭의 증가를 보였고, <서울우량표>로는 7월(+11.8%), 8월(+18.1%), 9월(+10.0%)의 3개월 구간에서 10% 이상의 증가로 나타났다. 이 3개월이 한국형 하추 우기 기간이란 점에서 윤월년 우량 증가 현상이 주로 여름-초가을 발생의 우량 증가에 따른 것임을 보여주었다. 아울러 연평균 강우일수 증감 문제로도 접근하면, <한양우량표>의 윤월년 강우일수(56.3일)가 평월년(54.2일)보다는 +3.9% 더 많게 나타나므로, 윤월년에는 강우일수 자체가 증대되는 상황임을 드러내었다.

그렇지만 위 월별 분석은 250년간(1770~2019) 92회 발생한 윤달의 월별 분포를 양력 환산하는 분석법을 개발한 뒤에 재검토 보완이 필요하다. 윤달 현상은 250년간 중에 음력 2~10월 사이에서 발생하였고, 윤월별 빈도는 윤2월 9회, 윤3월 13회, 윤4월 15회, 윤5월 21회, 윤6월 13회, 윤7월 10회, 윤8월 6회, 윤9월

2회, 윤10월 3회이다. 이 분포를 대략 1개월 늦춰 양력 환산 적용하면, 하계 대응 윤5~7월(44회, 47.8%)이 가장 많고, 춘계 대응 윤2~4월(37회, 40.2%)이 그 다음이며, 추계 대응 윤8~10월(11회, 12.0%)이 적게 발생되었고, 동계 대응(윤11~1월)은 윤달이 없다. 이처럼 윤달 발생이 상반기의 춘계·하계(81회, 88.0%)에 집중된 점도 추후 참조된다.

3.3 윤달의 주기성과 기상 변화 상관성 문제

이와 같이 측우기 계측 이래 전시기에 걸쳐 윤월년의 강우량 증가 특이성이 뚜렷하게 나타나는 것을 알 수 있다. 그 발생 원인에 대해 달의 인력이 조수간만을 일으키는 원인이란 점을 간접 참조하면, 현재 추론상 연중 추가된 여분의 윤달 인력에 의한 강우 기상 변화 측면이 상정되나 과학적 타당성 입증의 추론은 아니다. 한편 윤달은 2년 내지 3년에 반드시 한번 들고, '5년 재윤(再閏)', '8년 3윤'의 규칙과 정밀하게는 '19년 7윤법'의 장주기(메톤 사이클) 규칙을 지니는 요소라는 점에서, 이런 윤달 주기성과 기상 변화의 상관성 측면도 함께 고려된다.

문제는 이 같은 우량기록상 현상이 실제 기상현상 해석에 참조 내지 논의될 수가 있는가 하는 점이다. 과묵한 탓에 이런 연구가 기상학계에 진행되어 왔는지 잘 알지 못하므로 전문가의 학술적 조언과 평가가 요청된다. 비록 본고가 인문학의 역사학 자료 검토에서 나온 결과라는 점에서 두려움이 크지만, 학문의 다양성을 긍정하고 융복합 연구를 권면한다는 차원에서 이 글이 평가되기를 바라며, 측우기 기록의 기상학사적 가치를 높이는 하나의 방법이란 점이 고려되기를 기대한다. 아울러 한반도 기상기후 변동 예측 연구에서 역사기상학적 수치 데이터의 확장고 정밀성은 중요한 과제인 만큼, 본고의 측우기 기록뿐만 아니라 영조측우기 재흥 이전부터 254년간(1636~1889, 1,810건) 전개되었던 서울 청계천 수표기록(Kim, 2023b)도 우리 역사기상사료에서 산출되는 중요한 수치 데이터 기록이란 점이 함께 주목될 수가 있을 것이다.

감사의 글

이 논문은 한국기상산업기술원 2022년도 '기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용기술개발 사업'(KMI2022-01710) 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- Jhun, J.-G., and B.-K. Moon, 1997: Restorations and analyses of rainfall amount observed by Chukwookee. *J. Korean Meteor. Soc.*, **33**, 691-707.

- _____, M. Nomura, H.-J. Ryu, and W.-T. Oh, 2020: Reports on the records of the meteorological observation in Korea. 94-113.
- Jung, H.-S., and G. H. Lim, 1994: On the monthly precipitation amounts and number of precipitation days in Seoul. 1770~1907. *J. Korean Meteor. Soc.*, **30**, 487-505.
- Kim, I.-G., 2023a: A study of Chukwookee rainfall historical meteorology through consolidated records of diary of the Sungjungwon & the Ilsung-rok and newly developed Hanyang rainfall chart (1770~1907) & modern Seoul rainfall chart (1770~2019). *J. Tamla Munhwa*, **74**, 339-436, doi:10.35221/tamla.2023.74.010.
- _____, 2023b: A study of water mark meteorological records of late Joseon: Sourced from comprehensive Kiwooje-Records of ritual for rain. *Rev. Korean Studies Quart.*, **170**, 273-348, doi:10.25024/ksq.46.1.202303.275.
- KMA, 1956: *Meteorological Report for the 50 years (1904~1954)*. Korea Meteorological Administration, 282 pp.
- _____, 1961: *Seoul Monthly Precipitation (1770~1960)*. Korea Meteorological Administration, 8 pp.
- Kyujanggak Institute for Korea Studies, 2006: *Ilseongnok: Records of Daily Reflections (1760~1910)*. [Available online at <https://kyu.snu.ac.kr/>].
- Meteorological Observatory of the Chosen Government-General of Korea, 1936: *Chosen Meteorological Report for the 30 years (1904~1934)*.
- Meteorological Observatory of the Kyeongseong, 1933: *Kyeongseong Meteorological Report for the 25 years (1908~1932)*.
- NIKH, 2005: *The daily records of royal secretariat of Joseon dynasty (1623~1910)*. National Institute of Korea History. [Available online at <https://sjw.history.go.kr/main.do>].
- Wada, Y., 1917: *Choseon Kodai Kansoku Kiroku Chosa Hokoku (Reports on the survey of the ancient records of observation in Korea)*. In-cheon Weather Observatory, Chosen Government General, Il-han Print Cooperation (in Japanese).