

항공사진측량 품셈 개정을 위한 월별천후표 재계산

Recalculation of Monthly Weather Table for Construction Standard Cost Estimating on Aerial Photogrammetry

송동섭¹⁾
Song, DongSeob

Abstract

Since the introduction of digital cameras in an aerial-photogrammetry field on 2006, the technological paradigm related to the photogrammetry has been shifting from the analog types to digital types. However, current construction standard cost for the aerial-photogrammetry and the digital mapping are being mixed with analog-based concepts and digital-based methods. In the current standard cost, the monthly weather table is closely related to the calculation of the number of flying days in a taking of aerial photograph. The current monthly weather table uses the results calculated from the observation data of total cloud amount from 1999 to 2007. In this study, the monthly weather table was calculated using the total cloud data during ten years from 2009 to 2018. As a result, the newly calculated number of clear days for 29 stations was analyzed as 44 days decreased by 6 days. The maximum number of clear days decreased in Jinju as 23 days, and the highest decreased clearing days was February.

Keywords : Construction Standard Cost, Monthly Weather Table, Total Cloud Amount, Photogrammetry

초 록

우리나라에서는 2006년부터 항공사진 촬영방식에 디지털 카메라를 도입한 이후 항공사진 촬영과 관련한 기술 패러다임이 아날로그 방식에서 디지털 방식으로 전환되고 있다. 그러나 현재 항공사진 촬영과 수치지도 제작에 대한 표준품셈은 아날로그 기반의 품셈과 디지털 기반 품셈이 혼재되어 활용되고 있다. 항공사진촬영과 관련한 품셈의 개정항목 중에서 월별천후표는 비행기의 운항일수 계산과 밀접한 관련이 있다. 현재의 월별천후표는 1999년부터 2007년 동안의 전운량 관측 자료를 이용하여 계산한 결과를 사용하고 있다. 본 연구에서는 2009년부터 2018년 동안의 전운량 관측 자료를 이용하여 월별천후표의 계산을 연구하였다. 결과적으로 29개의 동일한 지점에 대하여 신규 산출한 평균 쾌청일수는 기존의 50일에서 6일이 감소한 44일로 분석되었다. 최대 쾌청일수 감소는 전주에서 23일로 나타났으며, 최대 쾌청일이 감소한 달은 2월로 나타났다.

핵심어 : 건설표준품셈, 월별천후표, 전운량, 항공사진측량

Received 2019. 12. 24, Revised 2019. 12. 26, Accepted 2019. 12. 27

1) Member, Dept. of Earth and Environmental Engineering, Kangwon National University (E-mail: sds@kangwon.ac.kr)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

최근 항공사진측량 분야에서는 무인항공기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)를 이용하여 신속한 작업과 편의성에 의한 공간정보 구축이 활발히 진행되고 있다. 전통적인 항공사진측량의 활용 분야는 물론 무인항공기의 플랫폼 형식에 따른 필지경계 측량, 송전선의 침하량 계산, 토석류 등의 재난 분석, 고해상도 영상 취득 등으로의 적용 대상의 확장성이 높아지고 있다(Han and Hong, 2017; Kim et al., 2017; Shin et al., 2017; Sung and Lee, 2017). 무인항공기를 이용한 공간정보자료 획득 분야에서도 현실적이고 합리적인 비용 결정과 예산 수립을 위해서 작업공종에 따른 연구수행을 바탕으로 표준품셈(안)에 대한 제시가 연구된 바 있다(Yun et al., 2016).

우리나라에서는 2006년부터 항공사진 촬영방식에 디지털 카메라를 도입한 이후 항공사진 촬영과 관련한 기술 패러다임이 아날로그 방식에서 디지털 방식으로 전환되고 있다. 이에 디지털 방식의 하드웨어를 이용하여 취득한 디지털 영상에 대한 후처리 기술은 비약적으로 발전 중이며 최신의 공법들이 공간정보 분야에 도입되고 있다(NGII, 2019). 그러나 현재 항공사진 촬영과 수치지도 제작에 대한 표준품셈은 아날로그 기반의 품셈과 디지털 기반 품셈이 혼재되어 활용되고 있으며, 일부 공정은 과거 품셈을 의존-사용에 따라 공간정보 표준품셈 개정이 필요하게 되었다. 또한, 현재 활용하고 있는 디지털 측량 기술에 대한 일부 항목에 대한 품셈이 존재하지 않아 관련 사업 발주처의 사업설계에 있어서 혼란이 야기되고, 품셈과 규정 간의 불일치에 따른 공간정보 성과물의 품질 저하가 우려되고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 디지털 항공사진 및 범용 장비 기반의 표준품셈 개정과 현행화를 통해 투입인력 등 작업공정의 현실화로 실질적 대가 산정기준에 재정립이 필요한 실정이다.

항공사진측량과 관련된 현행 품셈은 항공사진측량 분야의 투입인력 및 작업공정의 현실화를 통한 품셈 제개정(안) 마련을 위해 관련 규정 및 표준품셈의 명확한 이해, 품셈기준 주요 항목에 대한 분석, 투입자원의 적정 대가 산정 방안 마련, 분야별 활용센서 다각화 및 기 구축데이터 관리·활용에 대한 방안을 검토할 필요가 있다. 특히, 현재 영상 및 수치지도 등의 표준품셈 개별 항목은 관련 작업규정 내의 작업공정 흐름과 일치하지 않는다. 따라서 품셈항목을 작업공정별로 정의하고 분석하여 항목별 과제도출을 위한 기반자료로 활용하고, 실질적인 대가 산정 재정립을 위한 시사점을 도출함과 동시에 항공사진 촬영 시 투입되는 장비의 제원 및 특성, 월별천후표 갱신 및 현재 촬영 가능한 기상조건 현행화를 위한 항목의 도출이 필요하다. 본 연구에서는 항공사진 촬영에 있어서 촬영 대상 지역에 대한

촬영일수 산출과 관계가 있는 월별천후표의 갱신을 대상으로 연구를 수행하고자 한다.

2. 항공사진촬영 관련 표준품셈

국내에서 각종 공사 및 도급용역에서 사용하고 있는 적산제도는 표준품셈에 의한 원가계산방식으로 발주기관에서 예정가격을 산정하고 있다. 일반적으로 예정가격은 표준품셈을 포함한 표준시장 단가, 거래실례가격, 감정가격 또는 견적가격에 의해 산정하고 있다(NGII, 2019). 각종 건설공사 및 도급용역에 소요되는 비용 산정의 경우, 국토교통부가 건설현장 환경을 고려하여 표준품셈 및 표준시장 단가에 대하여 매년 2회(7월, 12월) 공사비 산정기준 심의위원회의 심의를 거쳐 개정하고 있다. 항공사진측량과 관련한 표준품셈은 국토교통부가 지정한 표준품셈 관리기관인 한국건설기술연구원에서 발간한 건설공사 표준품셈(2019년) 제9장 측량 관련 품셈 중 '9-7 지도제작'내에 '9-7-1 항공사진촬영'에 세부항목으로 마련되어 있다.

항공사진촬영은 항공기에서 항공사진측량용 카메라를 이용한 항공사진 또는 영상의 촬영을 말하며, 이때 사용하는 카메라 및 항공기의 성능이 촬영비용의 산정에 매우 중요하다. 지도제작 중 항공사진촬영 품셈은 1998년, 1999년, 그리고 2010년에 수정·보완 과정을 거쳐 현재의 내용을 유지하고 있으며, 항공사진 측척별 제원, 월별천후표, 운항속도, 예비운항시간, 항공사진촬영 기준 계산식, 항공사진 촬영으로 구성되어 있고, 마지막으로 이를 근거로 설계 예를 제시하고 있다. 현재 국내에서 이루어지고 있는 항공사진촬영과 관련된 품셈 현황을 분석한 결과, 아날로그 카메라에서 디지털 카메라로 전환이 됨에 따라 현행 품셈은 다음과 같은 개선이 필요한 것으로 분석되었다(NGII, 2019).

첫째, 아날로그 카메라를 근거로 제시된 항공사진 측척별 제원을 디지털 카메라 기반으로 조정

둘째, 1999년~2007년의 기상청 통계자료를 근거로 작성된 월별천후표의 최신화

셋째, FMC (Flight Management Computer) 필수장착으로 인한 항공기 운항속도의 구분삭제

넷째, 항공사진 촬영 작업 중 GNSS (Global Navigation Satellite System) / INS (Inertial Navigation System) 공정을 추가(사진 기준점의 측량 공정에서 삭제)

다섯째, 항공사진촬영 기준 계산식에 2단 촬영과 도서지역 촬영으로 한 추가시간 반영

여섯째, 아날로그 기반의 불필요한 성과품 삭제 및 실제 작업

방법으로의 공정 통합

이 중에서 본 연구의 대상이 되는 부분은 월별천후표의 최신화이다. 현행 품셈에서의 월별천후표는 1999년부터 2007년 동안 1일 8회씩 관측한 구름의 양을 기상청 통계자료를 바탕으로 산출한 결과이며, 지점별 쾌청일수를 제시하고 있다. 항공사진 촬영과 관련한 품셈을 개정하기 위해서는 항공기의 운항체류 일수 계산에 필요한 쾌청일수의 현실화가 요구된다. 또한, 최근 기후변화 및 미세먼지 등으로 인한 항공촬영 쾌청일수 부족이 예상됨에 따라 2008년 이후의 장기간 관측 자료를 바탕으로 한 쾌청일수 재산정이 필요하다.

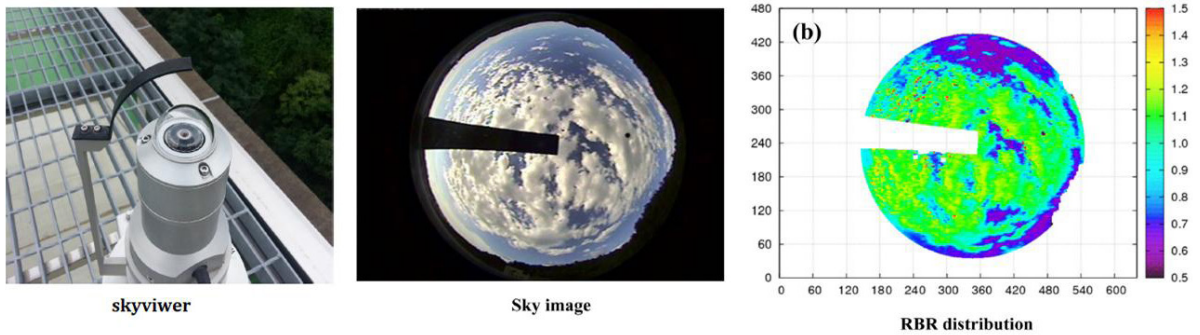
3. 월별천후표 재계산

기상 상태의 조건은 항공사진 촬영 가능 여부를 평가하는 주요한 인자 중 하나이자 촬영 결과물의 품질을 좌우하는 중요한 요소이다. 국내에서는 기상청에서 제공하고 있는 구름의 양(운량), 시정, 구름의 높이, 풍량/풍속, 항공기상 정보 등이 기상 상태를 판단하는 기준 자료로서 활용하고 있다. 항공사진 촬영에 대한 품셈 산정에 있어서 지역별로 촬영 가능일 정보는 구름에 의한 차폐 또는 안개나 연무 등에 의한 시정 악화 등에 의한 장애요소 등을 고려한다. 이러한 장애요소를 배제하고 항공사진 촬영이 가능한 천공 상황을 지역별로 분류하기 위해 전운량이

Table 1. Current monthly weather table in construction standard cost(1999~2007)

Index	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Chuncheon	(8)	(8)	5	3	3	3	0	1	1	2	4	(7)	45
Gangneung	(10)	8	5	4	4	2	1	1	2	5	9	11	62
Seoul	(9)	7	5	5	4	2	0	1	2	8	7	(8)	58
Incheon	(9)	7	5	5	5	2	0	2	3	8	7	(8)	61
Ulleungdo	(1)	(1)	(2)	3	4	2	1	1	1	2	1	0	19
Suwon	(9)	7	5	5	5	2	0	1	3	6	6	(8)	57
Cheongju	(4)	(6)	5	4	5	2	0	0	1	5	5	(4)	41
Chupungryeong	(4)	(5)	4	5	4	2	0	0	2	5	5	(5)	41
Pohang	11	8	6	5	4	2	1	2	1	5	10	11	66
Daegu	9	8	5	5	4	2	0	1	2	6	7	9	58
Jeonju	(4)	(5)	4	5	4	3	0	0	2	6	6	(4)	43
Ulsan	11	8	5	6	4	2	2	1	2	6	10	11	68
Kwangju	(3)	(4)	4	5	4	2	0	0	2	7	5	(3)	39
Pusan	11	9	6	6	5	2	2	2	3	7	11	13	77
Mokpo	(1)	(3)	3	5	4	2	0	0	2	6	5	(3)	34
Yeosu	9	8	7	7	5	2	2	2	3	7	10	8	70
Jeju	1	1	2	4	3	1	0	0	1	2	3	1	19
Seogwipo	0	3	2	4	3	1	0	0	1	4	3	2	23
Sokcho	(11)	8	5	4	3	2	1	1	2	6	9	10	62
Cheolwon	(9)	(7)	5	4	3	2	0	1	2	6	7	(8)	54
Wonju	(8)	(7)	5	3	4	2	0	0	1	5	6	(7)	48
Seosan	(2)	(4)	4	5	4	2	0	0	2	5	4	(2)	34
Wuljin	11	8	5	5	4	3	1	2	2	5	9	11	66
Daejeon	(5)	6	5	5	5	2	0	1	2	6	5	(5)	47
Andong	(10)	8	5	5	5	2	1	0	0	3	5	9	53
Gunsan	(2)	(4)	4	5	4	1	0	0	1	5	4	(3)	33
Tongyeong	11	9	6	5	4	2	2	2	3	7	11	11	73
Wando	(3)	4	3	5	5	2	0	1	3	7	7	5	45
Jinju	10	9	6	5	4	1	1	1	1	6	8	9	61
Average	6.76	6.21	4.59	4.72	4.10	1.97	0.52	0.83	1.83	5.45	6.52	6.76	50.24

Fig. 1. Appearance of skyviewer instrument, image and RBR distribution(Kim *et al.*, 2015)



1.0 이하(구름의 양 10% 이하)인 기상 통계일을 쾌청일로 결정하고 이를 월별천후표라 칭하여 정보를 제공하고 있다. 전운량은 기상예측 뿐만 아니라 기상 관측 요소들의 변화와 연관이 있으며, 지표면의 일사량 및 일조시간 추정을 결정하기 위한 관측 요소로서 활용되고 있다. 구름 자료는 대상 지역의 일사량을 추정하고, 일조와의 상관성 및 지구 표면에 도달하는 태양에너지에 대한 정보를 바탕으로 지표면 온도 추정에도 활용된다(Yoo *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2004; Lee and Cho, 2012). 전운량은 아직도 관측자에 의한 목적 관측 수행이 일반적이므로 관측자의 주관적 판단에 따른 오차가 포함될 가능성이 증가하므로 Fig. 1과 같이 Skyviewer 장비를 이용하여 촬영한 하늘 영상 자료를 이용하여 전운량을 산출하는 알고리즘을 개발하는 연구도 진행되고 있다(Kim *et al.*, 2015).

현재 항공사진측량 관련 품셈에서 쾌청일수는 전운량만을 기준으로 하고 있으며, 사진촬영시 피복에 의해 영향을 미칠 수 있는 적설이나 도심 지역의 연무 현상 및 산악지대의 태양각 등의 특수 지상조건을 고려하여 증감할 수 있게 하고 있다(Lee, 2004). 또한, 사진축척에 따른 실제 비행고도 및 비행기의 종류를 고려하여 증감할 수 있다. 다음 Table 1은 현행 품셈에서 제공하고 있는 총 29개 지역에 대한 월별천후표를 나타낸 것이다. Table 1에서 괄호에 표시된 숫자는 월간 3일 이상 적설이 있는 달의 쾌청일수를 말한다. 현재 품셈에서는 Table 1에 명시하지 않은 지구에 대해서는 가장 가까운 지구의 표를 활용할 수 있다고 명시되어 있다.

현재 월별천후표는 과거 12년에서 20년 전의 자료를 기준으로 작성되어 최근의 기후 변화 및 미세먼지 증가 등으로 인한 항공촬영 쾌청일수 감소를 반영하지 못하고 있다. 쾌청일수는 구름의 양을 10% 이하를 기준으로 한 기상통계로서 과거와 비교하면 쾌청일수가 감소함에 따라 동일지역에 대한 항공사진촬영 물량 산정시 비용이 증가할 수도 있다. 본 연구에서는 최근의 기상 현황을 반영하여 항공사진 촬영에 필요한 쾌청일수를 도

Table 2. Information of synoptic weather stations

Station #	Station Name	Lat. (WGS84)	Lon. (WGS84)	Height (m)
90	Sokcho	38.25085	128.56473	18
95	Cheolwon	38.14787	127.3042	155
101	Chuncheon	37.90262	127.7357	76
104	Bukgangneung	37.80456	128.85535	75
108	Seoul	37.57142	126.9658	86
112	Incheon	37.47772	126.6249	69
114	Wonju	37.33749	127.94659	150
115	Ulleungdo	37.48129	130.89863	221
119	Suwon	37.27226	126.98533	35
129	Seosan	36.77658	126.4939	25
130	Ulsjin	36.99176	129.41278	49
131	Cheongju	36.6392	127.4407	58.7
133	Daejeon	36.37198	127.37211	70
135	Chupungryeong	36.22025	127.99458	245
136	Andong	36.5729	128.7073	141.26
138	Pohang	36.03201	129.38002	4
140	Gunsan	36.0053	126.76135	23
143	Daegu	35.87797	128.65296	54
146	Jeonju	35.84083	127.1172	61
152	Ulsan	35.5825	129.33472	83
156	Kwangju	35.17294	126.89158	72
159	Pusan	35.1047	129.032	69.56
162	Tongyeong	34.84546	128.4356	32
165	Mokpo	34.81689	126.38121	38
168	Yeosu	34.73929	127.74064	65
170	Wando	34.39587	126.70184	35
184	Jeju	33.51411	126.52969	21
189	Seogwipo	33.2462	126.5653	51.86
192	Jinju	35.1638	128.04	30.21

Table 3. New monthly weather table in construction standard cost

Index	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Chuncheon	(7)	(5)	6	4	4	2	0	0	2	5	3	(7)	45
Gangneung	(11)	(6)	(6)	4	3	2	0	1	1	5	6	(10)	55
Seoul	(8)	(6)	6	5	6	2	0	1	4	7	4	(6)	55
Incheon	(7)	(6)	7	5	5	1	0	1	3	6	5	(6)	52
Ulleungdo	0	0	(2)	3	3	1	1	0	0	1	0	0	11
Suwon	(7)	(5)	6	5	5	2	0	0	4	6	4	(6)	50
Cheongju	(4)	(4)	6	5	5	1	0	0	2	6	4	(3)	40
Chupungryeong	(5)	(3)	(6)	3	5	3	0	0	1	6	6	(4)	42
Pohang	11	6	7	5	5	1	1	1	1	5	7	9	59
Daegu	(8)	5	7	5	5	1	0	1	1	5	6	6	50
Jeonju	(3)	3	6	5	5	1	0	0	2	6	3	(3)	37
Ulsan	10	5	7	5	5	1	1	2	1	4	6	9	56
Kwangju	(3)	4	5	4	4	0	0	1	2	6	3	(2)	34
Pusan	12	6	7	5	5	1	0	3	2	5	7	9	62
Mokpo	(2)	(2)	5	4	4	0	0	1	3	5	2	(2)	30
Yeosu	6	5	7	5	4	0	0	4	2	5	6	6	50
Jeju	0	0	3	4	4	0	0	1	0	2	1	0	15
Seogwipo	(1)	0	3	5	3	0	0	0	2	4	1	0	19
Sokcho	(11)	(6)	(6)	4	4	2	0	0	2	6	6	(10)	57
Cheolwon	(10)	(4)	6	4	4	2	0	0	4	6	5	(8)	53
Wonju	(9)	(4)	5	4	5	1	0	0	3	6	4	(7)	48
Seosan	(3)	(3)	(5)	5	4	2	0	0	4	6	2	(3)	37
Wuljin	(10)	(5)	6	5	4	1	0	1	2	5	7	9	55
Daejeon	(4)	(4)	6	5	5	1	0	0	3	6	3	(3)	40
Andong	(9)	(6)	7	5	5	1	0	1	1	3	5	(7)	50
Gunsan	(5)	2	5	4	6	1	2	0	4	6	2	(2)	39
Tongyeong	12	5	7	6	3	0	0	1	3	6	7	9	59
Wando	(4)	3	5	5	5	1	2	1	3	6	3	(3)	41
Jinju	8	4	5	3	3	0	0	1	1	4	4	5	38
Average	6.55	4.03	5.69	4.52	4.41	1.07	0.24	0.76	2.17	5.14	4.21	5.31	44.10

출해 내기 위하여 2009년 1월 1일부터 2018년 12월 31일까지 10년간의 기상 관측 자료를 수집하였다. 기존 품셈과 동일한 국내 29개 지점에서 관측된 기상자료를 이용하여 분석하였다. Fig. 2에서 나타낸 바와 같이 기상청 통계자료(KMA, 2019)에 접속하여 10년간의 전운량 관측자료를 수집하여 월별천후표 최신화를 위한 연구를 수행하였다. 월별천후표를 새롭게 계산하기 위해서 수집한 기상자료는 매시간 관측된 풍속, 3시간 간격으로 관측된 시정, 전운량, 중하층운량과 최심적설, 최심신적설 등이며, 이들 중 전운량의 통계처리를 통해 일평균 및 월평균 값을 계산하고 각각의 촬영조건을 만족하는 항공사진촬영 가능 일수를 산출하였다. 다음 Table 2는 29개 지점의 종관기상관측지점에 대한 정보를 보여주는 일람표이다.

Table 3은 최근 10년간 관측한 전운량 자료를 토대로 새롭게 계산한 29개 지점에 대한 월별천후표의 결과를 보여주고 있다. 전체 29개 지점에 대한 평균 쾌청일은 Table 1에서 보여주고 있는 50일에서 44일로 약 6일의 감소가 발생하였다.

4. 결과 분석

Fig. 2는 Table 1과 Table 3을 이용하여 계산한 지역별 쾌청일수에 대해 기존의 쾌청일수와 어느 정도의 차이를 나타내고 있는지를 비교한 결과이다. 29개 지점에 대한 쾌청일은 춘천, 원주, 추풍령, 서산, 군산의 5개 지점을 제외하고는 대부분 지역에서 감소한 것으로 나타났다. 최근 10년간 우리나라의 기상상태

를 반영하여 쾌청일수를 계산한 결과, 29개 지역 중 진주(Jinju)에서 최대 23일의 쾌청일수 감소가 발생하는 것으로 나타났다. 이어서 여수(20일), 부산(15일), 통영(14일), 울진(11일)의 순서대로 10일 이상의 감소가 발생하였다. 이와는 반대로 군산을 포함하여 서산, 추풍령의 3개 지역에서는 쾌청일수가 각각 6일, 3일, 1일씩 증가하는 것으로 나타났다. 전 지역에 대해 평균적으로 50.24일에서 44.10일로 약 6일의 쾌청일수가 감소하였다.

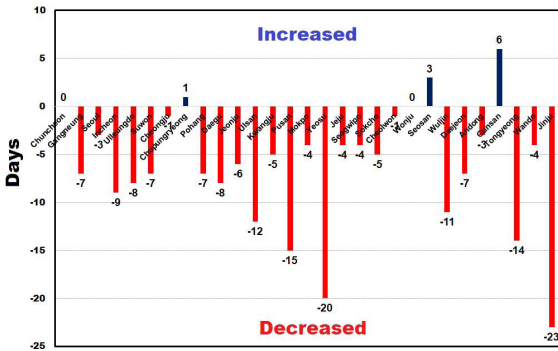


Fig. 2. Variation of number of clear days compared with past period(1999~2007)

Fig. 3은 현 품셈의 월별천후표 상 쾌청일수와 새롭게 계산한 쾌청일수를 월별로 비교한 결과이다. 3월, 5월, 9월에는 각각 0.9일, 0.3일, 0.4일이 증가하는 것 이외에는 전반적으로 쾌청일수가 감소하였다. 쾌청일수 감소의 크기는 2월, 11월 및 12월의 순서대로 크게 나타났으며, 각각 2.2일, 2.3일, 1.5일씩 감소한 것으로 분석되었다. 전반적인 쾌청일수 감소는 항공기 운항일수가 증가하는 것으로 나타나므로 촬영비용이 증가할 것으로 예측된다.

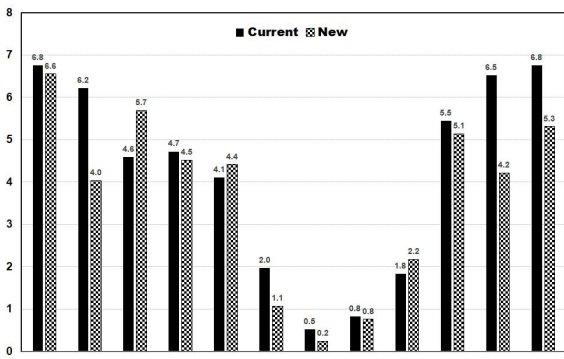


Fig. 3. Comparison of number of clear days between current monthly weather table and recalculated monthly weather table

5. 결론

현재 항공사진촬영과 관련한 표준품셈은 아날로그 기반 품셈과 디지털 기반 품셈이 혼재되어 활용되고 있고 일부 공정은 과거 아날로그 품셈을 사용하고 있다. 2019년 건설표준품셈 제9장 측량 관련 품셈 중 '9-7 지도제작' 표준품셈의 세부항목에는 아날로그 방식과 관련된 항목이 존재함과 동시에 디지털 항공사진 카메라별 특성에 따른 항공사진 축척별 제원, 월별천후표의 갱신, 도서지역 촬영거리 증가에 대한 반영 등은 품셈 개정에 있어서 현행화가 필요한 부분이다. 본 연구에서는 항공사진촬영 항목에서 운항소요일수 산출에 필요한 월별천후표를 최신화하기 위하여 2009년부터 2018년까지 기상청에서 관측한 전운량 자료를 바탕으로 쾌청일수를 다시 계산하고자 하였다. 기존 품셈에서 제시하고 있는 29개의 동일한 지점에 대하여 신규 산출한 평균 쾌청일수는 기존 50일에서 6일이 감소한 44일로 분석되었다. 최대 쾌청일 감소는 진주에서 23일로 나타났으며, 여수, 부산, 통영, 울진 순으로 우리나라의 남쪽 지역에서의 감소가 크게 나타나는 것을 알 수 있었다. 월별 쾌청일수의 감소는 2월, 11월, 12월의 순서대로 감소하는 경향을 보였다. 항공사진촬영 표준품셈에서 운항일수 계산에 필요한 변수는 순촬영일수, 기지이동시간, 촬영대상 지역에 대하여 30일에 대한 분모 수로써 사용하는 해당월의 쾌청일수로 구성되어 있다. 최근의 기상관측자료를 바탕으로 계산한 월별천후표를 바탕으로 다른 요소의 변동이 없다는 가정하에서 쾌청일수의 감소는 운항소요일수를 증가시키게 되며, 이는 항공사진촬영의 산출 비용이 증가하는 데 영향을 미칠 것으로 판단된다.

감사의 글

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No.NRF-2017R1A2B2012392).

References

Han, S.H. and Hong, C.K. (2017), Acquisition of subcentimeter GSD images using UAV and analysis of visual resolution, *Journal of Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol. 35, No. 6, pp. 563-572. (in Korean with English abstract)

Kim, B.Y., Jee, J.B., Jeong, M.J., Zo, I.S., and Lee, K.T. (2015),

- Estimation of total cloud amount from skyviewer image data, *Journal of The Korean Earth Science Society*, Vol. 36, No. 4, pp. 330-340.
- Kim, Y.H., Koo, H.J., Nam, J.C., and Oh, S.N. (2004), Characteristics of sunshine and cloudiness in Seoul, *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, Vol. 40, No. 5, pp. 571-586. (in Korean with English abstract)
- Kim, Y.J., Oh, J.H., and Lee, C.N. (2017), Electric power line dips measurement using drone-based photogrammetric techniques, *Journal of Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol. 35, No. 6, pp. 453-460. (in Korean with English abstract)
- KMA (2019), Past ground weather observation data system, *Korean Meteorological Administration*, http://www.weather.go.kr/weather/climate/past_cal.jsp (last date accessed: 18 December 2019)
- Lee, K.H. (2004), *Domestic meteorological data analysis for aerial photographing*, Master's thesis, Inha University, Incheon, Korea, 41p.
- Lee, K.H. and Cho, H.C. (2012), Analysis and calculation of hourly surface temperature based on typical meteorological data for major cities in Korea, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 32, No. 3, pp. 123-128. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.L., Han, Y.K., and Lee, W.J. (2018), Comparison of orthophotos and 3D models generated by UAV-based oblique images taken in various angles, *Journal of Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol. 36, No. 3, pp. 117-126.
- Lee, K.H., Yoo, H.H., and Geoff, J.L. (2010), Generation of typical weather data using the ISO Test Reference Year (TRY) method for major cities of South Korea, *Building and Environment*, Vol. 45, No. 4, pp. 956-963. (in Korean with English abstract)
- NGII (2019), *A study on actualizing of construction standard cost about digital image and digital Map*, National Geographical Information Institute, Suwon, pp. 42.
- Shin, H.S., Um, J.S., and Kim, J.H. (2017), A study on damage scale tacking technique for debris flow occurrence section using drones image, *Journal of Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol. 35, No. 6, pp. 517-526. (in Korean with English abstract)
- Sung, S.M. and Lee, J.O. (2017), Accuracy assessment of parcel boundary surveying with a fixed-wing UAV versus rotary-wing UAV, *Journal of Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol. 35, No. 6, pp. 535-544. (in Korean with English abstract)
- Yoo, H.C., Lee, K.H., and Park, S.H. (2008), Analysis of data and calculation of global solar radiation based on cloud data for major cities in Korea, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 28, No. 4, pp. 17-24. (in Korean with English abstract)
- Yun, B.Y., Lee, J.W., and Lee, D.S. (2016), A study on the enactment of UAV standard estimating for applying in spatial information area, *Journal of The Korean Cadastre Information Association*, Vol. 18, No. 1, pp. 123-132.