creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:24011-200000264607
조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

2015년 2월
박사학위 논문

개발도상국 국가기상업무 현대화 컨설팅 방법론에 관한 연구

- 미얀마 사례 연구 -

조선대학교 대학원

대 기 과 학 과

이 천 우

2015년 2월 박사학위논문 개발도상국 국가기상업무 현대화 컨설팅 방법론에 관한 연구 이천우

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

개발도상국 국가기상업무 현대화 컨설팅 방법론에 관한 연구

- 미얀마 사례 연구 -

A Study for Methodology of Consultation about Modernization for National Weather Services of Developing Countries

2015년 2월 25일

조선대학교 대학원

대 기 과 학 과

이 천 우

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

개발도상국 국가기상업무 현대화 컨설팅 방법론에 관한 연구

- 미얀마 사례 -

지도교수 류 찬 수

이 논문을 이학박사학위신청 논문으로 제출함

2014년 10월

조선대학교 대학원

대 기 과 학 과

이 천 우

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

이천우의 박사학위 논문을 인준함

위원장 조선대학교 교 수 조 주 환 (인)

위 원 대한민국학술원 회 원 노 재 식 (인)

위 원 (사)한국가상전문인협회 이학박사 봉 종 헌 (인)

위 원 (사)한국가상전문인협회 이학박사 홍 성 길 (인)

위 원 조선대학교 교 수 류 찬 수 (인)

2014 년 12월 31일

조 선 대 학 교 대 학 원

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

목 차

List of Tables ····· vii
List of Figures ····· xi
ABSTRACT ····· xiv

제1장 서론 ····· 1

제2장 환경분석 ····· 6
2.1 외부환경 분석 ····· 6
2.1.1 미얀마 국가 개요 ····· 6
2.1.2 미얀마의 지리적 특성 ····· 7
2.1.3 미얀마의 기상·기후 특성 ····· 8
2.1.4 미얀마의 자연 재해 ····· 9
2.2 내부환경 분석 ····· 12
2.2.1 미얀마기상청의 조직, 인력, 법규 ····· 12
2.2.2 미얀마기상청의 예산 ····· 15
2.2.3 미얀마기상청의 국제협력 ····· 15
2.2.4 미얀마기상청의 교육 훈련 ····· 16
2.3 정보기술 동향 ····· 17
2.3.1 세계기술 동향 ····· 17
2.3.2 미얀마 기술 동향 ····· 17

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2.4 SWOT 분석 ····· 20

제3장 현행업무 분석 ····· 22

3.1 기상관측업무 ····· 22

3.1.1 지상기상관측 ····· 23

가. 지상기상관측업무 현황 ····· 23

나. 지상기상관측업무의 문제점 ····· 28

3.1.2 고층기상관측 ····· 29

3.1.3 기상레이더관측 ····· 31

3.1.4 기상위성관측 ····· 32

3.1.5 기상측기의 검·교정 ····· 35

3.2 기상통신업무 ····· 37

3.2.1 국제 기상정보통신 ····· 37

3.2.2 국내 기상정보통신 ····· 39

3.2.3 기상업무 전산화 ····· 42

3.3 기상예보업무 ····· 44

3.3.1 일반예보업무 ····· 44

3.3.2 수치예보업무 ····· 53

3.4 수문업무 ····· 56

3.4.1 수문기상관측 ····· 56

3.4.2 수문기상예보 ····· 61

3.4.3 조기경보체제 ····· 62

3.4.4 수문기상업무의 문제점 ····· 63

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3.5 기상통계 · 기후자료 관리업무 ····· 65
3.5.1 지상기상통계 ····· 65
3.5.2 기후자료관리 ····· 66

3.6 응용기상업무 ····· 68
3.6.1 농업기상업무 ····· 68
3.6.2 항공기상업무 ····· 71
3.6.3 해양기상업무 ····· 74

3.7 지진업무 ····· 76
3.7.1 지진·쓰나미 업무 ····· 76

3.8 선진사례분석 ····· 81

3.9 이슈 및 개선 방향성 도출 ····· 83

제4장 미얀마 기상업무의 미래모형 설계 ····· 84
4.1 기상관측업무 ····· 84
4.1.1 지상기상관측업무 ····· 84
가. 개선방향 ····· 84
나. 개선대책 ····· 84
4.1.2 고층기상관측업무 ····· 85
4.1.3 기상레이더관측업무 ····· 87
4.1.4 기상위성관측업무 ····· 89
4.1.5 기상측기 검정업무 ····· 91

4.2 기상통신업무 ····· 93

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

4.2.1 국제기상통신 ····· 93
4.2.2 국내기상통신 ····· 94
4.2.3 기상업무 전산화 ····· 96

4.3 기상예보업무 ····· 98
4.3.1 일반예보업무 ····· 98
4.3.2 수치예보업무 ····· 100

4.4 수문업무 ····· 104
4.4.1 수문기상업무 ····· 104

4.5 기상통계 · 기후자료 관리업무 ····· 105
4.5.1 기상통계·기후자료 관리 ····· 106

4.6 응용기상업무 ····· 107
4.6.1 농업기상업무 ····· 107
4.6.2 항공기상업무 ····· 108
4.6.3 해양기상업무 ····· 109

4.7 지진업무 ····· 110
4.7.1 지진·쓰나미 업무 ····· 110

제5장 실행계획 수립 ····· 111
5.1 기상관측업무 ····· 111
5.1.1 지상기상관측업무 ····· 111
가. 현대화 실행계획 ····· 111
나. 소요예산 ····· 112

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

5.1.2 고층기상관측업무 ····· 112
5.1.3 기상레이더관측 ····· 113
5.1.4 기상위성관측업무 ····· 114
5.1.5 기상측기검정업무 ····· 115

5.2 기상통신업무 ····· 118
5.2.1 국제기상통신 업무 ····· 118
5.2.2 국내기상통신 업무 ····· 119
5.2.3 기상업무 전산화 업무 ····· 120

5.3 기상예보업무 ····· 121
5.3.1 일반예보업무 ····· 121
5.3.2 수치예보업무 ····· 122

5.4 수문업무 ····· 123
5.4.1 수문기상업무 ····· 123

5.5 기상통계 관리업무 ····· 124
5.5.1 기상통계·기후자료 관리업무 ····· 124

5.6 응용기상업무 ····· 125
5.6.1 농업기상업무 ····· 125
5.6.2 항공기상업무 ····· 126
5.6.3 해양기상업무 ····· 127

5.7 지진업무 ····· 128
5.7.1 지진·쓰나미 업무 ····· 128

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제6장 시범사업 추진 ····· 129
6.1 현대화 계획 예산 종합 ····· 129
6.2 현대화 계획 추진 방법 ····· 131
6.3 현대화 시범사업 ····· 133
6.3.1 시범사업 선정 방법론 ····· 133
6.3.2 시범사업 선정 ····· 135
제7장 결론 ····· 138
참고문헌 ····· 144
영문약어표 ····· 147
사사 ····· 150

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

List of Tables

Table 1. Seasonal climate of Myanmar ····· 9
Table 2. Maximum temperature recorded in 1951-2010 period ····· 9
Table 3. Manpower of DMH of Myanmar (2013) ····· 13
Table 4. Level of education for staff of DMH ····· 14
Table 5. Annual budget of DMH of Myanmar ····· 15
Table 6. Annual 10 strategic information technology(Gartner) ····· 18
Table 7. SWOT analysis of Hydro-meteorological services of Myanmar ····· 20
Table 8. Weather observation station in Myanmar ····· 22
Table 9. No. of weather station for local governments ····· 23
Table 10. Observation methods and observation elements ····· 23
Table 11. WMO Stations in Myanmar ····· 26
Table 12. Problems of surface observation ····· 29
Table 13. Current status of upper air station ····· 29
Table 14. Problems of upper air observation ····· 30
Table 15. Problems of weather radar observations ····· 32
Table 16. Problems of meteorological satellite observation ····· 35
Table 17. Problems of instrumental test and calibration ····· 36
Table 18. Media for international meteorological telecommunication of DMH ····· 37
Table 19. Problems of international meteorological telecommunications ····· 39
Table 20. Media for meteorological telecommunication of wether stations ····· 40
Table 21. Problems of domestic meteorological communication ····· 41
Table 22. Problems of computerization for meteorological services ····· 43
Table 23. Title and missions of forecast team ····· 44
Table 24. Forecast information of foreign country used to DMH ····· 45
Table 25. Forecast hours and division concerned ····· 48
Table 26. Weather advisory and warning issued by DMH ····· 49
Table 27. Foreign forecast center referenced in DMH ····· 52
Table 28. Problems of weather forecast service ····· 53

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Table 29. Problems of numerical weather prediction ····· 55
Table 30. No. of water level forecast station along 8 major river ····· 57
Table 31. Elements and period of hydrological observation ····· 57
Table 32. Cases of torrential rainfall in Myanmar ····· 59
Table 33. Hydrological forecasts and warnings in Myanmar ····· 61
Table 34. Examples of hydrological forecast of DMH ····· 62
Table 35. Problems of hydrological services of DMH ····· 64
Table 36. Problems of meteorological statistics ····· 66
Table 37. Problem of Climate Data Management ····· 67
Table 38. Elements and methods of agrometeorological observation ····· 69
Table 39. Contents of agrometeorological information ····· 70
Table 40. Problems of agrometeorological service ····· 71
Table 41. Elements and methods of aviation meteorological observation ····· 72
Table 42. Main task of Yangon International Airport Weather Station ····· 73
Table 43. Problems of aviation meteorological services ····· 74
Table 44. Status of marine meteorological services ····· 74
Table 45. Problems of marine meteorological services ····· 75
Table 46. Earthquake·tsunami monitoring network and collection methods ····· 77
Table 47. Problems of Earthquake and Tsunami servic ····· 80
Table 48. Improvement direction for surface observation ····· 84
Table 49. Improvement measures for surface observation ····· 85
Table 50. Improvement direction for upper air observation ····· 86
Table 50. Improvement measures for upper air observation ····· 86
Table 52. Improvement direction for weather radar observation ····· 87
Table 53. Improvement measures for weather radar observation ····· 88
Table 54. Improvement direction for meteorological satellite observation ····· 89
Table 54. Improvement measures for meteorological satellite observation ····· 91
Table 56. Improvement direction for instrument test and calibration ····· 91
Table 57. Improvement measures for instrument test and calibration ····· 92
Table 58. Improvement measures for international met. telecommunication ····· 94
Table 59. Improvement measures for domestic met. telecommunication ····· 95

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Table 60. Improvement measures for computerization of met. services ····· 97
Table 61. Improvement direction for weather forecast ····· 98
Table 62. Improvement measures for weather forecast ····· 100
Table 63. Improvement direction for numerical weather prediction ····· 102
Table 64. Improvement measures for numerical weather prediction ····· 103
Table 65. Improvement direction for hydrological service ····· 104
Table 65. Improvement measures for hydrological service ····· 105
Table 67. Improvement direction for meteorological statistics ····· 106
Table 68. Improvement measures for meteorological statistics ····· 106
Table 69. Improvement direction for agrometeorological service ····· 107
Table 70. Improvement measures for agrometeorological service ····· 107
Table 71. Improvement direction for aviation met. service ····· 108
Table 72. Improvement measures for aviation met. service ····· 108
Table 73. Improvement direction for marine met. service ····· 109
Table 74. Improvement measures for marine met. service ····· 109
Table 75. Improvement direction for earthquake·tsunami service ····· 110
Table 76. Improvement measures for earthquake·tsunami service ····· 110
Table 77. Action plan for automation of surface observation ····· 112
Table 78. Budget for automation of surface observation ····· 112
Table 79. Action plan for automation of upper air observation ····· 113
Table 80. Budget for automation of upper air observation ····· 113
Table 81. Action plan for improvement of met. radar observation ····· 114
Table 82. Budget for improvement of met. radar observation ····· 114
Table 83. Action plan for improvement of met. satellite observation ····· 114
Table 84. Budget for improvement of met. satellite observation ····· 115
Table 85. Action plan for improvement of instruments test and calibration ····· 115
Table 86. Budget for improvement of instruments test and calibration ····· 116
Table 87. Action plan for improvement of international telecommunication ····· 118
Table 88. Budget for improvement of international telecommunication ····· 118
Table 89. Action plan for improvement of domestic telecommunication ····· 119
Table 90. Budget for improvement of domestic telecommunication ····· 119

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Table 91. Action plan for improvement of computerization of met. service ····· 120
Table 92. Budget for improvement of computerization of met. service ····· 120
Table 93. Action plan for improvement of weather forecast ····· 121
Table 94.Budget for improvement of weather forecast ····· 121
Table 95. Action plan for improvement of numerical weather prediction ····· 122
Table 96. Budget for improvement of numerical weather prediction ····· 122
Table 97. Action plan for improvement of hydrological service ····· 123
Table 98. Budget for improvement of hydrological service ····· 123
Table 99. Action plan for improvement of meteorological·climatological service 124
Table 100. Budget for improvement of meteorological·climatological service ····· 124
Table 101. Action plan for improvement of agrometeorological service ····· 125
Table 102. Budget for improvement of agrometeorological service ····· 125
Table 103. Action plan for improvement of aviation met. service ····· 126
Table 104. Budget for improvement of aviation met. service ····· 126
Table 105. Action plan for improvement of marine met. service ····· 127
Table 106. Budget for improvement of marine met. service ····· 127
Table 107. Action plan for improvement of earthquake·tsunami service ····· 128
Table 108. Budget for improvement of earthquake·tsunami service ····· 128
Table 109. Total budget for modernization of meteorological services of DMH ··· 130
Table 110. Criteria for selection of pilot project ····· 133
Table 111. Priority for implementation of action plan ····· 134
Table 112. Pilot project 1 - establishment of meteorological infrastructure ··· 135
Table 113. Pilot project 2 - establishment of hydrological infrastructure ····· 136
Table 114. Pilot project 3 - establishment of individual application project ·· 137

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

List of Figures

Fig. 1. Method of pre-feasibility study of NIPA ····· 4
Fig. 2. Methodology of IT consulting for developing country of NIPA ····· 4
Fig. 3. 14 Local governments of Myanmar ····· 6
Fig. 4. Topography of Myanmar ····· 7
Fig. 5. Major rivers of Myanmar ····· 8
Fig. 6. Disasters calendar of Myanmar ····· 10
Fig. 7. Case for heavy rain in Myanmar ····· 11
Fig. 8. Case for Cyclone damage in Myanmar ····· 11
Fig. 9. Organizational chart for DMH of Myanmar ····· 12
Fig. 10. Trends of information technology development ····· 17
Fig. 11. Coverage of mobile network (GSM & CDMA) in Myanmar ····· 18
Fig. 12. Implementation status of national backbone network of Myanmar ····· 19
Fig. 13. Observation field of Naypyitaw headquarter ····· 24
Fig. 14. Wind direction and speed meter ····· 24
Fig. 15. Evaporation pan and rain gauge ····· 25
Fig. 16. Soil temperature, pyranometer, barometer ····· 25
Fig. 17. Manual observation ····· 26
Fig. 18. Field book of surface observation ····· 26
Fig. 19. Upper air observation system and tracking antenna ····· 30
Fig. 20. Radar implementation plan (JICA aid) ····· 31
Fig. 21. Meteorological satellite receiving and processing system ····· 33
Fig. 22. Antenna of geostationary satellite receiving system of Myanmar ····· 33
Fig. 23. MTSAT image received via the satellite receiving system of Myanmar ····· 33
Fig. 24. MTSAT-2 data processing system and monitor of DMH ····· 34
Fig. 25. Record of instrument test(barometer of Yangon airport station) ····· 36
Fig. 26. Meteorological communication system of DMH ····· 37
Fig. 27. GTS data receiving system of Yangon regional met. office ····· 38
Fig. 28. SSB and phone for meteorological data collection ····· 39

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Fig. 29. Domestic meteorological telecommunication system ····· 40
Fig. 30. Information and Communication System configuration of DMH ····· 42
Fig. 31. Home page of DMH ····· 43
Fig. 32. Foreign NWP data referenced to Myanmar Weather forecast ····· 46
Fig. 33. Weather broadcasting studios and broadcasting system of DMH ····· 46
Fig. 34. Surface weather chart ····· 47
Fig. 35. Upper air weather chart ····· 47
Fig. 36. Natural disasters prone area in Myanmar ····· 50
Fig. 37. Flow diagram of severe weather warning of DMH ····· 51
Fig. 38. FM radio network of province for delivering weather warning ····· 51
Fig. 39. Large monitor for weather forecast briefing ····· 52
Fig. 40. Domain for WRP model of DMH ····· 54
Fig. 41. Water level observation station of major river ····· 56
Fig. 42. Staff water level gauge ····· 58
Fig. 43. Auto recording water level gauge ····· 59
Fig. 44. Flow for hydrological service of DMH ····· 62
Fig. 45. Flood forecasting and warning system of DMH ····· 63
Fig. 46. Monthly meteorological register of DMH ····· 65
Fig. 47. Old paper type climate records archived at Yangon division ····· 67
Fig. 48. Manual input of old paper type climate records ····· 67
Fig. 49. Agrometeorological observation network and station list ····· 68
Fig. 50. Observation field of Yezin agrometeorological station ····· 69
Fig. 51. Thermometer and hygrometer in shelter ····· 69
Fig. 52. Simon's soil thermometer and bent stem soil thermometer ····· 69
Fig. 53. Rain gauge, evaporation pan and Cambell-Stokes sunshine recorder ····· 70
Fig. 54. Observation field of Yangon airport weather station ····· 72
Fig. 55. Sig. weather chart received via WAFS terminal ····· 72
Fig. 56. Tide gauge installed by Hawi University ····· 75
Fig. 57. Marine meteorological observation network ····· 75
Fig. 58. Crustal structure around Myanmar ····· 76
Fig. 59. Seismic observation network of Myanmar ····· 77

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Fig. 60. Analog recorder of earthquake(Katsushima Co.) ····· 77
Fig. 61. Monitor of accelerometer ····· 77
Fig. 62. Aquisition system for earthquake and tsunami observation data ····· 79
Fig. 63. Analysis system of broad band earthquake observation ····· 79
Fig. 64. Analysys system of Earthquake Data Center of DMH ····· 79
Fig. 65. Tide observation network ····· 80
Fig. 66. Flow diagram of tsunami warning ····· 80
Fig. 67. Case for modernization of met. observation system of KMA ····· 81
Fig. 68. Case for modernization of met. forecast system of KMA ····· 82
Fig. 69. Case for modernization of ICT system of KMA ····· 82
Fig. 70. Block Diagram of automatic weather station(AWS) ····· 85
Fig. 71. Expansion plan for weather radar ····· 88
Fig. 72. production process of met. elements from COMS satellite data ····· 90
Fig. 73. Improvement direction for international met. communication ····· 93
Fig. 74. Problem and improvement direction for domestic met. communication ····· 95
Fig. 75. Problem and improvement direction for computerization of met. service 96
Fig. 76. Concept diagram for data assimilation of NWP ····· 101
Fig. 77. Statistical interpretation model of NWP output ····· 103
Fig. 78. Test equipment for thermometer ····· 116
Fig. 79. Test equipment for barometer and of rain gauge ····· 117
Fig. 80. Standard pyranometer and data logger ····· 117
Fig. 81. Wind tunnel and standard anemometer ····· 117
Fig. 82. Implementation process for grant and loan ····· 131

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

ABSTRACTS

A Study for Methodology of Consultation about Modernization for National Weather Services of Developing Countries

Lee Chun Woo
Advisor : Prof. Ryu, Chan-Su Ph.D.
Department of Atmospheric Science
Graduate School of Chosun University

During the relatively short period from 1985 to 2000, Korea Meteorological Administration(KMA) had modernized their national meteorological services, from the level of developing countries to the level of advanced countries. KMA had become a unique organization having the experience and technology with which combine various systems such as observation, communication, forecast, climate, delivery system into one comprehensive system based on ICT technology. KMA has become a roll model to the meteorological agencies of developing countries which want to make modernization of their meteorological agency.

Korea's Aids in meteorological fields to developing countries were starting from 1998. Meteorological aids are composed of invite training, dispatch experts and project type aids which gives provision of meteorological equipment or systems. In the period from 1998 to 2014, total of 616 trainees were invited from 60 countries in 10 areas and total 11 project type aids was implemented and about 14 billion Korean won were supported. KMA is trying to increase meteorological aids to developing countries in the future.

In this dissertation, consultation methodology for modernization of national weather services of developing country has been studied which gives analysis for the environment, diagnosis for current status, design for future model and establishment of action plan.

The feasibility study of developing country attempting to modernize national

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

weather services until now was 2 case. The one is for Mongolia and the other is for Myanmar sponsored by IT Industry Promotion Agency (NIPA). There are several methodology such as ISMP, ISP used in the information science fields for feasibility study and established master plan, but in these cases by applying the methodology of NIPA for IT service information consulting to developing country, Myanmar case were analyzed. The main stream of this methodology is consisted of environment analysis, current status analysis, design future model and establish action plan.

Outer environment surrounding Department of Meteorology and Hydrology of Myanmar(DMH) and internal environment of DMH was analysed and the current status DMH was investigated.

All of meteorological services has been done by manually. Surface observation is made every 3 hourly from 97 stations. Upper air observation is made 1 observation per day only in Yangon. Only weather radar stations are in failure. Two satellite receiving system were installed, the one receives MTSAT of Japan, the other receives FY2 satellite of China which is in out of order.

As for telecommunication services, domestic meteorological observation data are collected by SSB and telephone at two regional office and then relay to national headquarter.

Concerning about weather forecast, 5 day forecast is issued every day and 10 day forecast is issued 3 times a month and monthly forecast, seasonal forecast are issued.

Hydrometeorological observation at 68 hydrological stations in eight major rivers is made for three times per day and the observation elements is water level, water temperature and precipitation.

The design of future service model of DMH is as follows; all meteorological service systems are converted to automatic and realtime systems. For surface observation, 49 AWOS and 48 AWS will be installed. 8 upper air station will be re-operated and new 8 windprofilers will be installed at the airport. 4 weather radar stations will be added to 3 radar given by Japan. Krean COMS satellite receiver will be instaled.

In the case of weather forecast services, a medium server for forecast analysis work, workstations for forecaster, SW for objective forecast will be installed.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

PC-Cluster for numerical weather prediction will be installed in conjunction with the KMA , initial and boundary data will be supplied from global model outputs of KMA and data assimilation system will be introduced.

For hydrometeorological service, 68 automatic water level gauge will be installed and early warning system will be installed for flood prone area.

Action plan for promotion of national meteorological service is as follows: Considering the priority, measures to be suggested future model design stage was presented in a way to promote a three-year periods presented three stages, hence budget was formulated through market research. For completion of the modernization project, it will take 3 stage nine years, and the cost is estimated to require a total of 64.7 million dollars

Concerning about automation of surface observation, 49 AWOS stations will be introduced at first stage, 48 AWS introduced in 2nd stage. For upper air station, 4 radiosonde system in 1st stage, 4 radiosonde and 4 wind profilers in 2nd stage, 4 wind profilers in 3rd stage. One S-band weather radar in 1st and 2nd stage and 2 radar in 3rd stage. COMS receiving system will be installed in 2nd stage and polar orbit satellite receiver in 3rd stage. Test equipments for temperature, humidity, pressure, precipitation will be introduce in 1st stage.

As for meteorological forecast, construct digital forecast and analysis system is in 1st stage, establish objective forecast and high impact weather forecast is in 2nd stage. For NWP services, model development is continuously needed in 1, 2, 3 stage.

In the case of Hydrological services; 68 automated water level gauge is in step 1, 20 of them will be installed in upstream area in step 2.

Several alternative pilot project was proposed for selection. First high priority of those is to construct realtime meteorological services system, 2nd priority is to establish realtime hydrological service system and other strong point of Korea meteorological industry is COMS receiver, PC Cluster-based forecast system, climate data rescue system etc.

The methodology suggested in this paper with case studied in Myanmar will be usefull to study for other country.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제1장 서론

한국기상청(이하 KMA)은 1985년도에서 2000년까지 비교적 짧은 기간 동안에 국가기상업무를 현대화하여 개발도상국 수준에서 기상선진국 수준으로 격상시켰다(기상청, 2004).

KMA의 1985년도 기상업무 내역을 요약하면 백엽상 안에 있는 유리제 온도계의 눈금을 읽어서 야장에 기록하는 수작업 기상관측, 기상관측 결과를 전문화하여 전화로 통보하고 수집하는 수작업 기상통신, 그리고 이렇게 수집된 기상자료를 펜으로 일기도에 기입한 다음 등압선을 묘화하여 일기예보를 생산하는 수작업 기상예보, 예보 결과를 전화나 FAX로 통보하는 등 수작업 형태의 기상업무를 하고 있었다(과학기술처, 1983).

그러나 2000년대에는 자동기상관측장치(이하 AWS), 윈드프로파일러, 기상레이더, 독자적인 기상위성 등에 의한 상시 3차원적 상세기상관측, 초고속 정보통신망에 의한 대량 기상정보의 실시간 수집 및 분배, 전지구모델, 지역모델 등에 의한 수치예보, 5x5km 격자의 디지털예보, 모바일 앱, 인터넷 Web 서비스 등을 통한 다양한 기상정보의 실시간 고객 맞춤형 서비스를 제공할 수 있게 되었다. 이와 같이 한국의 기상청은 ICT 기술에 기반하여 기상관측, 통신, 예보, 통계, 통보시스템을 하나의 시스템으로 통합하는 기술과 경험을 보유한 유일한 기관이 된 것이다. 이는 국가기상업무를 현대화하고자 하는 개도국 기상청의 롤모델이 되었다(기상청, 2000; 이천우, 2002; 2014).

개도국에 대한 공적개발원조(이하 ODA)는 양자 간 협력, 다자간 협력으로 분류되고, 양자 간 협력은 무상원조(GRANT)와 유상차관(LOAN)으로 나눌 수 있다. 우리나라가 지원하는 무상원조는 주로 KOICA 가 담당하고 있었고, 현재는 각 부처에서도 ODA 사업을 시작하고 있다. 유상차관은 국내의 경우 대외경제협력기금(EDCF)에서 담당하고 있고, 해외의 경우 WB, ADB, AfDB, GCF 등에서 담당하고 있다(국제개발협력위원회, 2014).

우리나라는 1960년대 초부터 경제개발을 시작하여 1990년대까지 급격히 산업화와 경제성장을 이룩하였다. 1991년에는 한국국제협력단(KOICA)을 설립하여 개도국에 무상원조를 시작하였고, 2010년에는 경제협력개발기구(OECD)의 개발원조위원회(DAC)회원국이 되었다. 2013년도 우리나라의 개도국 원조예산은 16억7천만 달러에 이르는 바, 이는 총국민소득(GNI) 대비 0.13%에 해당하나 DAC 회원국 평균 0.30%

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

에는 아직 미치지 못한다. 이와 같은 상황에서 우리 정부는 개도국 원조예산을 2~3배 증액하려 하고 있다(국제개발협력위원회, 2014).

개도국에 대한 우리나라의 기상분야원조는 1998년부터 시작하였다. 기상분야 원조는 기상분야에 대한 연수생 초청훈련, 기상자문관 파견, 기상장비 혹은 시스템을 원조하여 주는 프로젝트형 사업으로 이루어진다. 1998년에서 2014년도까지 연수생 훈련은 기상예보관 과정, ICT를 이용한 기상업무향상과정, COMS 자료 활용능력 향상과정 등 10개 분야에 60개 국가로부터 총 616명을 초청하여 교육시킨 바 있다. 프로젝트형 사업으로는 2005년 몽골에 대한 PC Cluster 기반의 수치예보시스템, 2008년과 2011년 필리핀에 대한 재해경감을 위한 조기경보시스템 구축, 2012년 스리랑카에 대한 천리안위성 수신 및 분석시스템 등 5개 국가 11개 사업으로, 대략 140 억 원의 기상원조를 제공하였다. 앞으로 기상청은 개발도상국에 대한 기상원조사업을 확대하려 하고 있다(기상청, 2012; 한국환경산업기술원, 2012).

전 세계적으로 지구온난화로 인한 이상기상의 빈발로 인하여 세계 각국에서 기후변화 대응 사업 예산이 증가하고 있다. 특히 베트남, 네팔, 콜롬비아, 멕시코 등 아시아, 중남미 개도국들은 WB, ADB 등으로부터 차관을 얻어 기상 및 기후변화 대응사업을 진행하려 하고 있다. 지식경제부, 환경부 등에서는 국내 관련 산업의 해외 진출을 지원하기 위하여 해외 정보화 컨설팅 지원 사업, 환경기술 및 산업 해외진출 지원 사업 등으로, 개도국의 정보화시스템, 환경관리시스템에 대한 사전 타당성조사사업(FS), 마스터플랜 수립사업(MP) 등을 지원하고 있다(한국환경산업기술원, 2013).

KMA는 2009년도에 기상산업진흥법을 제정하여 기상산업진흥에 힘을 쏟고 있으나, 국내의 기상산업 수요는 이미 포화상태에 이른 상태로서, 활로는 국내기상산업의 해외진출 뿐이다. 그러나 지금까지의 국내 기상산업의 해외진출 실적은 진양공업 등 몇 개 기상회사가 인도, 태국, 필리핀, 카타르 등에 기상관측장비를 수출한 실적이 있으나 전체적인 분량은 미미한 수준이다. 국내 기상산업의 해외진출을 체계적으로 지원하기 위하여서는 개도국의 국가 기상환경에 대한 종합적인 정보가 절실히 필요하다(한국기상산업진흥원, 2013).

본 연구는 개도국을 대상으로 국가기상업무의 환경을 조사·진단하고, 미래모형을 설계하여 이를 토대로 실행계획을 수립하는 방법론에 대한 접근이며, 미얀마기상청(DMH)을 사례로 하였다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

지금까지 개도국 기상청을 대상으로 한 국가기상업무현대화 사전타당성 조사를 시행한 사례로는 (주)웨더피아가 2011년에 몽골의 국가기상업무현대화를 위한 현행업무조사 및 진단하여 미래모형 설계 및 실행계획을 수립한 바 있고, 2013년에 미얀마의 기상정보시스템 현대화 사업을 위한 사전타당성조사 사업을 수행한바 있다(이천우, 2002). 기상청은 2012년에 케냐, 우즈베키스탄, 몽골, 베트남, 필리핀, 인도네시아 등 6개국에 대하여 기후자료복원, 항공기상, WIS, 천리안위성 수신, 기상재해감시, e-러닝 등 6개 사업의 사전타당성을 조사한 바 있으나 미래모형 설계나 실행계획 수립에까지는 이르지 못하였다(한국환경정책평가연구원, 2012).

최근 우리 정부는 대규모 국책사업의 성공을 확보하기 위하여 경제적 요인 분석 이외에 기술적 요인, 정책적 요인, 환경적 요인 등 비 경제적인 요인에 대한 종합적 분석을 위하여 예비타당성 분석 제도를 도입하였다(그림 1).

예비타당성조사는 사업의 성과를 사전에 평가하여 사업의 추진 여부를 결정하는 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 이 조사 만으로는 사업을 수행하기 위한 구체적 부분이 부족하므로 시스템 개발을 위하여서는 정보시스템마스터플랜(ISMP)이라는 방법론을 도입하고 있다(한국정보통신산업진흥원, 2009). ISMP는 특정시스템을 개발하기 위하여 현황과 요구사항을 분석하고 상세한 기술적 요구사항을 조사하여 구체적인 구축전략과 이행계획을 수립하는 활동이다. 조직에 적합한 정보화사업을 도출한다는 측면에서 ISMP는 ISP(정보화전략계획)와 유사한 면이 있다. 일반적으로 ISP는 조직의 경영목표와 전략을 효과적으로 지원하기 위한 정보화전략과 비전을 정의하고 IT사업 도출 및 로드맵을 수립하는 활동이다. ISP는 수행범위에서 전사적 정보시스템을 포괄하므로 특정시스템의 요구사항을 상세히 분석하는 ISMP와는 차이가 있다.

정보통신산업진흥원(NIPA)은 전자정부의 해외진출을 촉진하기 위하여 국내 기업이 개도국에 IT서비스 정보화컨설팅을 수행하면서 기업의 애로사항을 해결하고 표준화된 절차에 따라 정보화컨설팅을 실시함으로서 대상국의 만족도를 높이기 위하여 개도국 IT서비스 정보화컨설팅 방법론을 표준화 하였다(그림 2). 이 정보화 컨설팅 방법론은 ISP 방법론의 근간을 따르고 있으며, 크게 환경 분석, 현황분석, 미래모형정립, 실행계획 수립 등으로 이루어진다(한국정보통신산업진흥원, 2011).

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Fig. 1. Method of pre-feasibility study of NIPA

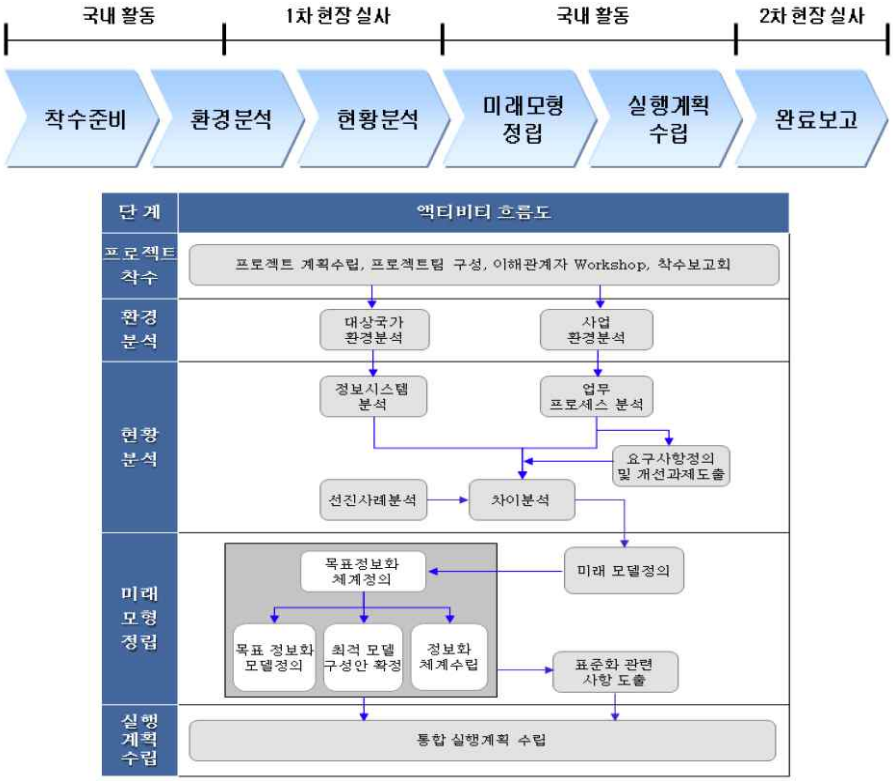


Fig. 2. Methodology of IT consulting for developing country of NIPA

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

본 연구는 이 방법론에 따른 사례연구로서, 미얀마의 국가기상업무를 진단하고, 기상업무현대화를 위한 종합계획을 수립하는 방법론을 제시하였다. 이 연구의 2장에서는 미얀마 기상청에 영향을 주는 주변 환경을 분석하고, 3장에서는 미얀마 국가기상업무의 현황을 분석하였다. 4장에서는 미얀마 기상업무의 개선방향과 개선대책 등 미래모형을 정립하고, 5장에서는 이를 단계적으로 이룩하기 위한 실행계획과 이에 필요한 예산을 책정하였다. 6장에서는 이와 같은 마스터플랜이 실행되었을 때의 상황을 조감할 수 있는 시범사업을 선택하는 방안을 제시하였다.

Collection @ chosun

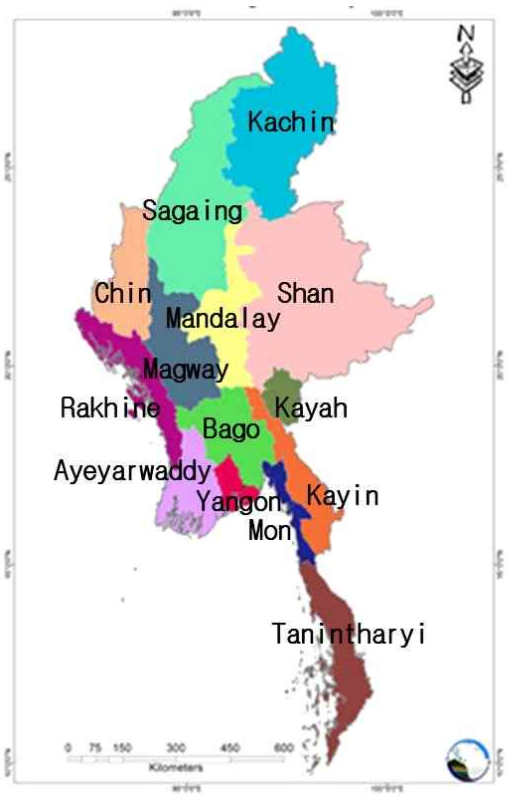
조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제2장 환경분석

2.1 외부환경 분석

2.1.1 미얀마 국가 개요

미얀마는 대통령 중심제를 택하는 연방공화국으로 1948년에 영국으로부터 독립하였다. 인구는 5,140만명이고(2014년 4월 기준), 인구 구성은 버마족이 70%, 카친, 카렌, 샨족 등 소수민족이 25%이다. 언어는 미얀마어가 공용어이며, 종교는 불교가 89.5%, 기독교가 5.0%, 이슬람교가 4.0% 등이다. 수도는 네피도(Nay Pyi Taw)이고, 네피도의 인구는 99만명이다. 국내총생산(GDP)은 568억 달러(USD), 1인당 GDP는 1,105달러이며(2013/2014), 화폐단위는 짜트(Kyat)이다. 미얀마는 양곤, 만달레이, 몬, 바고, 아예와디, 샨 등 14개 주 및 시로 이루어져 있다(그림 3).



Myanmar	14 Regions/States
9° 58′ to 28° 29′ N	92° 10′ to 101° 10′ E
Land use in Myanmar	
Surface area	676 590 km²
Land Area	653 520 km²
Water surface	23 070 km²
Arable Land	105 770 km²
Forest Area	312 892 km²
General Information	
Capital	Nay Pyi Taw
Currency	kyat

Neighbouring countries **:**

(1) N & NNE : China

(2) E & SE : Lao , Thailand

(3) S : Andaman sea & Bay of Bengal

(4) W : Bangladesh & India

Fig. 3. 14 Local governments of Myanmar

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2.1.2 미얀마의 지리적 특성

미얀마는 동남아시아에 위치하며 북동쪽으로 중국, 남동쪽으로 라오스와 태국, 남쪽으로 안다만해와 벵갈만, 서쪽으로 방글라데시와 인도에 접해 있다. 북위 09.32도와 28.31도 사이, 동경 92.10도와 101.11도 사이에 위치하고 있다.

미얀마의 면적은 677,000㎢이며, 동쪽에서 서쪽으로 936km, 북쪽에서 남쪽으로는 2,051km에 이른다. 미얀마의 북서쪽 경계와 북동쪽 경계 지역은 산맥으로 둘러싸여 있고, 동부는 고원지대를 이루고 있어서, 마치 서쪽과 동쪽으로 산맥이 거대한 말굽 모양을 하고 있고, 내부는 넓은 평야지대를 이루고 있는 모양이다. 내부에는 8개 주요 강이 북쪽에서 남쪽으로 흐르고 있다. 이 가운데 Ayeyarwaddy, Chindwin 및 Sittaung 강 주변의 평평한 땅은 국가 대부분의 농업과 인구가 집중되어 있다.

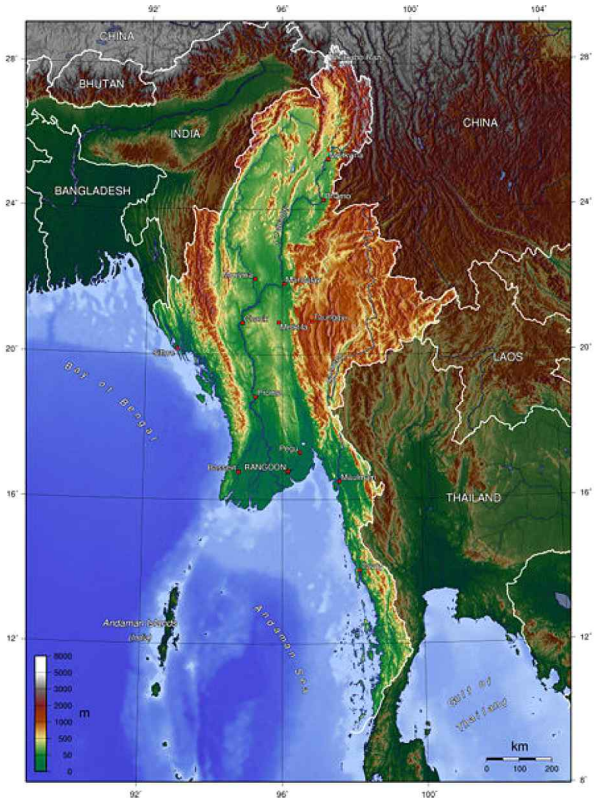


Fig. 4. Topography of Myanmar

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

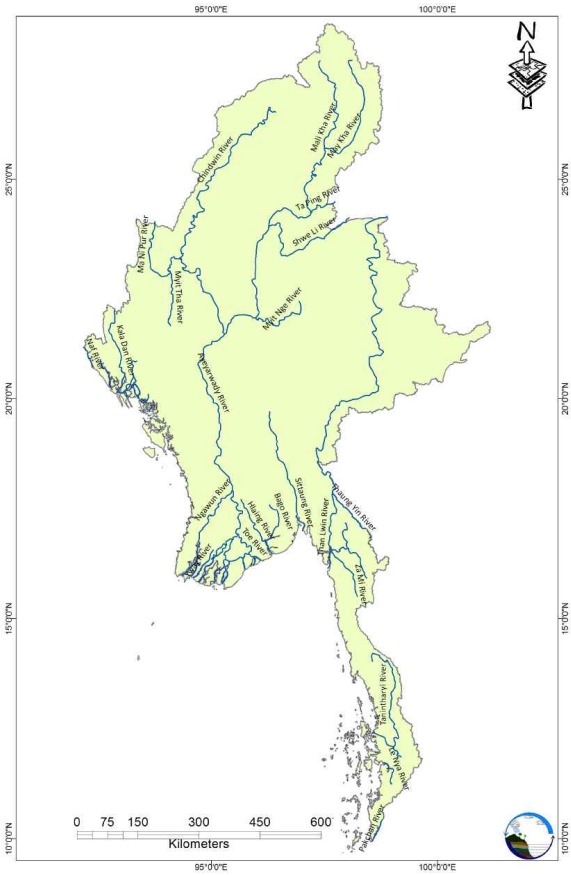


Fig. 5. Major rivers of Myanmar

2.1.3 미얀마의 기상·기후 특성

미얀마의 기후는 고온다습한 열대몬순기후이나 북부지방은 아열대기후가 나타난다. 몬순바람의 방향에 의한 계절적인 변화는 여름, 우기, 겨울의 3계절을 만든다. 여름은 3월부터 5월까지, 우기는 6월부터 10월까지이고, 겨울은 11월부터 2월까지이다.

미얀마의 연평균 기온은 27.4℃, 여름철 최고기온은 북부 미얀마에서 36.1℃, 중부 미얀마에서는 43.3℃ 이고, 겨울철에는 산악지역에서 0℃ 이하까지 내려간다. 연평균 강수량은 2,513mm이며, 건조지역인 중부 미얀마에서는 500mm 이하, 해안지역에서 약 5,000mm에 이르고 있다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Table 1. Seasonal climate of Myanmar

계 절	기 간	기 후
여 름	3월 ~ 5월 중순	최고 기온 : 북부 미얀마 36.1℃ 중부 미얀마 43.3℃ 샨 고원지대 29.4℃ ~ 35℃
우 기	5월 하순 ~ 10월	연강수량 중부 미얀마 500mm 미만 해안지역 약 5,000mm (Rakhine, Deltaic, Tanintharyi)
겨 울	11월 ~ 2월	최저기온 산악 지역 0℃ 이하

Table 2. Maximum temperature recorded in 1951-2010 period

구분	1951 ~ 1960	1961 ~ 1970	1971 ~ 1980	1981 ~ 1990	1991 ~ 2000	2001 ~ 2010
Highest Temperature(℃)	43.3℃	45.0℃	46.0℃	45.0℃	46.4℃	47.2℃
Date	18-4-1954	17-5-1969	13-4-1980	20-4-1989	30-4-1999	14-5-2010
Location	Mandalay	Monywa	Magway	Myingyan	Gangaw	Myinmu

2.1.4 미얀마의 자연재해

미얀마는 열대몬순지역으로 연중 계절풍에 따라 기상재해의 유형이 달리 나타난다. 5월에서 9월까지는 남서계절풍 기간이며, 이 기간 동안 몬순저기압의 영향으로 집중호우가 발생하며, 사이클론의 피해는 남서몬순이 시작되는 4 ~ 5월과 끝나는 시기인 10 ~ 11월에 발생한다. 집중호우, 뇌우, 홍수 피해는 우기에 나타나며, 또한 동일 기간에 중부 건조지역에서는 한발이 발생하기도 한다. 기온과 관련하여 여름인 3-5월에 고온 피해, 겨울인 11 ~ 2월에 저온 피해가 나타난다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

그림 7과 그림 8에 집중호우 피해, 사이클론 피해 사례가 나타나 있다. 집중호우나 사이클론 피해 둘 다 지형, 지리적 특성에 의하여 해안지역에 집중되어 있는 것을 알 수 있다. 대규모의 집중호우 피해는 대략적으로 24시간 강우량이 350 ~ 550㎜인 때 발생하였고, 2011년에는 Taunkok 지방에 739㎜의 기록적이 폭우가 내렸다. 또한 사이클론에 의한 산사태 피해도 서부 해안지역에 발생하고 있음을 알 수 있다.

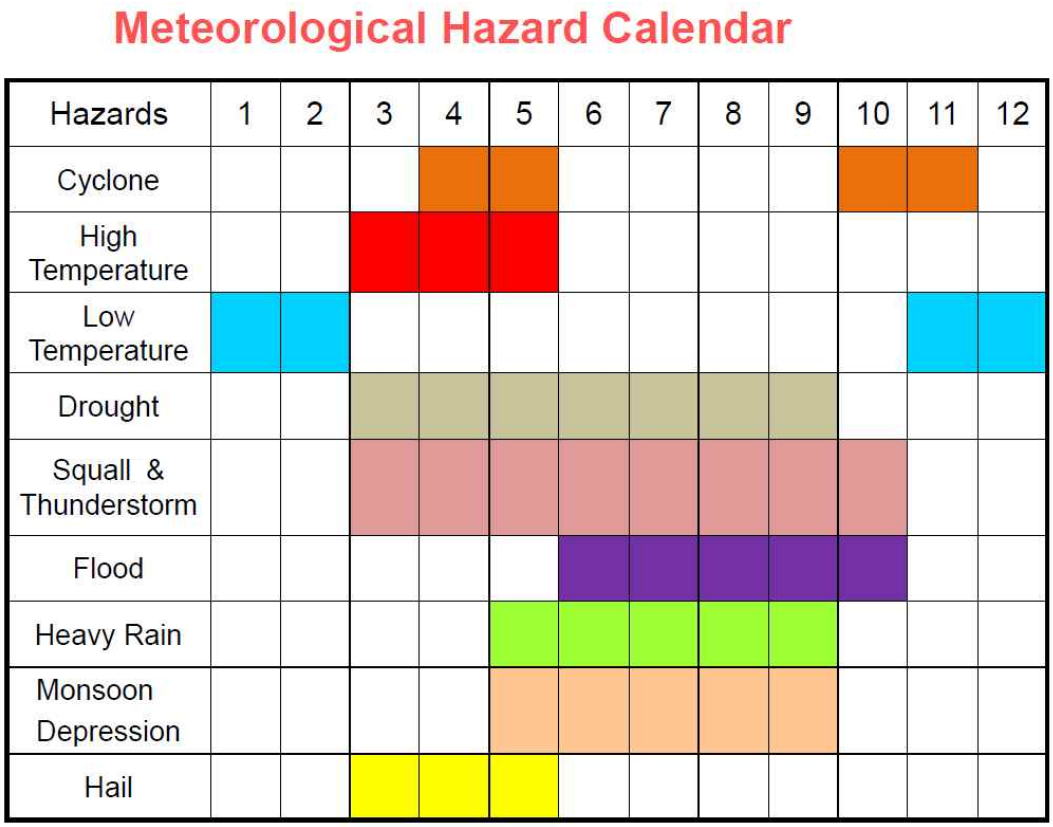
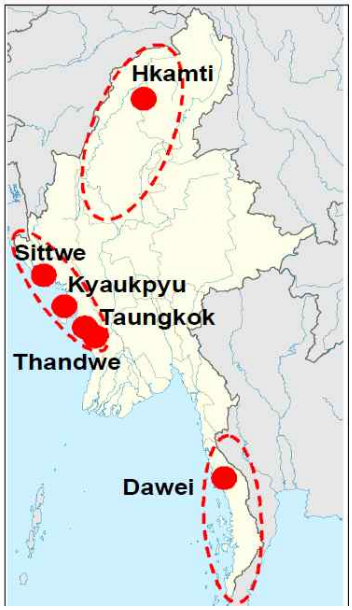


Fig. 6. Disasters calendar of Myanmar

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



Year (Decade)	Amount	Place
1951-1960	353mm/24h	Thandwe
1961-1970	568mm/24h	Kyaukphyu
1971-1980	422mm/24h	Sittwe
1981-1990	527mm/24h	Hkamti
1991-2000	549mm/24h	Dawei
2001-2010	447mm/24h	Dawei
2011	739mm/24h	Taungkok

Fig. 7. Case for heavy rain in Myanmar

No.	Name	Time Duration	Landfall point
1.	Sittwe Cyclone	6-5-1968 to 10-5-1968	Near Sittwe
2.	Pathein Cyclone	4-5-1975 to 8-5-1975	Near Pathein
3.	Gwa Cyclone	30-4-1982 to 5-5-1982	Near Gwa
4.	Maungdaw Cyclone	26-4-1994 to 3-5-1994	Near Maungdaw
5.	"Mala" Cyclone	25-4-2006 to 29-4-2006	Near Gwa
6.	"Akash" Cyclone	13-5-2007 to 15-5-2007	Maungdaw & Bangladesh
7.	"Nargis" (SCS)	25-4-2008 to 5-5-2008	Ayeyarwady, Yangon, Pegu, Mon & Kayin
8.	"Giri"(SCS)	20-10-2010 to 24-10-2010	Near Kyaukpyu

Fig. 8. Case for Cyclone damage in Myanmar

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2.2 내부환경 분석

2.2.1 미얀마기상청의 조직, 인력, 법규

가. 조직

미얀마기상청(DMH : Department of Meteorology and Hydrology)은 미얀마의 기상, 수문, 지진 등의 업무를 맡고 있으며, 미얀마 교통부 소속의 조직이다. 다양한 사회-경제적 분야에 수문-기상학적인 정보 제공을 미션으로 하고 있으며, 재해위험 감소와 공공 안전을 비전으로 하고 있다.

미얀마기상청의 조직은 청장, 차장, 행정국, 기상국, 수문국(이상, 네피도), 북부기상청(만달레이), 남부기상청(양곤) 등 3개 국(Bureau), 2지방기상청(2 RMO)으로 되어 있으며, 각 국 밑에는 분야별 과(9 Division)가 있다. 행정국에는 행정, 재정, 기획을 담당하는 과들이 있으며, 기상국에는 기상, 항공기상, 농업기상, 수문국에는 수문, RS-GIS, 지진을 담당하는 과들이 있다. 또한, 북부기상청 밑에는 5개(5 Provincial Station), 남부기상청 밑에는 9개(9 Provincial Station)의 지방기상대가 있다(그림 9).

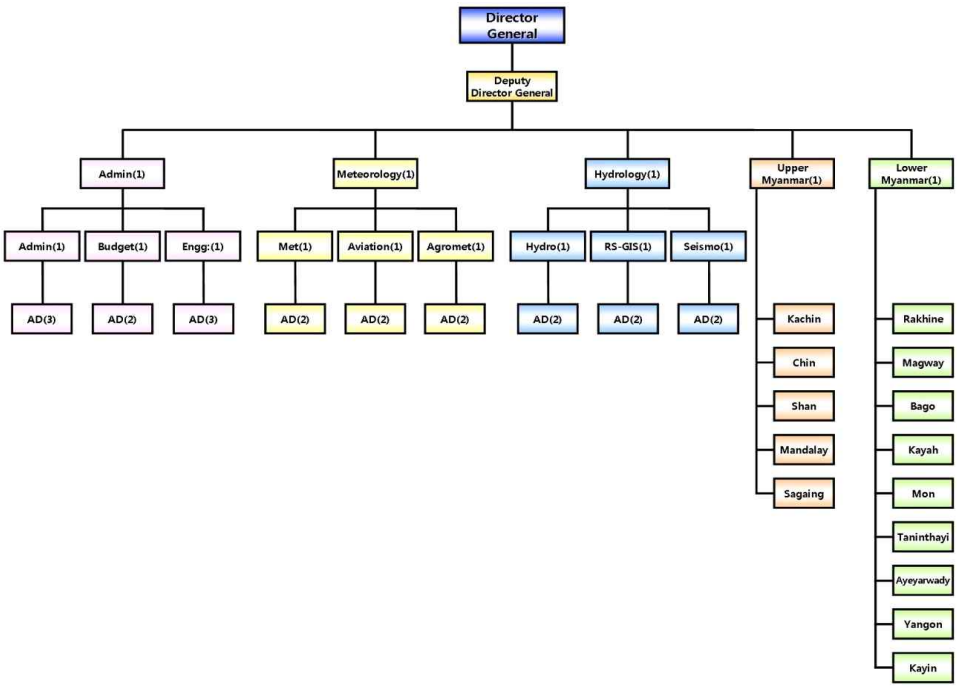


Fig. 9. Organizational chart for DMH of Myanmar

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

나. 인력

2013년 현재 미얀마기상청의 전체 직원은 706명으로, 정부에서 인가된 정원1425명의 절반인 49.5%만 충원되어 있다. 학력별로 보면, 총 근무인원 706명 중 박사 출신은 10명, 석사 56명, 학사 490명, 기타 150명으로서, 학사출신 이상의 인원이 556명으로 전체 인원의 약 78.8%를 차지하고 있을 정도로 고학력의 조직이다(표 3).

Table 3. Manpower of DMH of Myanmar (2013)

국 / 과	정원	현원	직급					비고 (%)
			DG / DYDG	D	DD	AD	Etc	
Total	1425	706 900 (2014)	2	5	6	31	662	49.5 63.2 (2014)
Administration	103	73	2	1	1	4	65	70.9
Finance	21	12	-	-	1	-	11	57.1
Planning	15	6	-	-	-	1	5	40.0
Meteorology	60	41	-	1	-	2	38	68.3
Agrometeorology	30	17	-	-	1	2	14	56.7
Aviation	45	25	-	-	-	2	23	55.6
Hydrology	63	38	-	1	2	4	31	60.3
Seismology	39	26	-	-	1	1	24	66.7
Upper Myanmar	70	42	-	1	-	1	40	60.0
Kachin	71	20	-	-	-	1	19	28.2
Chin	38	22	-	-	-	1	21	57.9
Shan	115	42	-	-	-	2	40	36.6
Mandalay	111	53	-	-	-	-	53	

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Sagaing	98	55	-	-	-	1	54	47.8 56.1
Lower Myanmar	67	37	-	1	-	1	35	55.2
Rakhine	70	35	-	-	-	1	34	50.0
Magway	61	27	-	-	-	1	26	44.3
Bago	92	43	-	-	-	1	42	46.8
Kavah	22	6	-	-	-	1	5	27.3
Mon	42	20	-	-	-	1	19	47.6
Taninthayi	42	17	-	-	-	1	16	40.5
Ayeyarwady	63	27	-	-	-	1	26	42.9
Yangon	52	14	-	-	-	-	14	26.9
Kavin	35	8	-	-	-	1	7	22.9

Table 4. Level of education for staff of DMH

정원 (명)	현원	학 력			
		박사	석사	대졸	기타
1425	706	10	56	490	150
백분률	49.5	1.4	7.9	69.4	21.3

조직별로 보면, 행정국은 91명, 기상국은 83명, 수문국은 64명이 있으며, 북부기상청은 234명, 남부기상청은 234명이 근무하고 있다(표 3). 정원 충원율을 살펴보면, 본청(행정, 기상, 수문)은 238명으로 63.3%, 북부기상청은 234명으로 46.5%, 남부기상청은 234명으로 42.9%의 충원율을 보이고 있고, 각 과 및 지방기상대별로는 22.9%(Kayin) ~ 70.9%(Administration)로 큰 차이가 있다. 비교적 본청은 63.3%로 충원율이 높고, 지방기상청은 45% 내외로 충원율이 낮아서, 현장(Field)에서 근무하는 직원이 많이 부족한 것으로 나타나고 있다. 이렇게 정부에서 인가된 정원의 절반에도 못 미치는 인원으로 근무하는 원인은 근본적으로 예산이 부족한 때문이다. 특히 인건비 부족에 의한 것이다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

각 부서의 업무는 부서별로 잘 관리되고 있으나, 기획업무를 담당하는 조직이 행정부문에만 존재하고 있고, 다른 부서에는 없다. 모든 부서에는 기획을 담당하는 조직이 있어서 그 부서의 정책 및 기획을 담당해야 하는데(한국기상청의 경우 관측국에는 관측정책과, 예보국에는 예보정책과 등) 미얀마기상청에는 그러하지 않아서 정책 및 기획에 대해 미흡한 면이 있다. 또한, 예산의 경우 한 부서에서 관리하고 있는 것이 아니라 재정과(Finance)에서는 경상예산을 담당하고 있고, 기획과(Planning)에서는 장기계획과 관련된 자본예산을 관리하고 있다.

2.2.2 미얀마기상청의 예산

미얀마기상청의 2013년 예산은 2,272,832달러(한화 약 24.4억원)이며, 전년대비 120.8%가 증가하였고, 2012년 예산은 2011년 예산보다 5.7% 증가하였다(표 5). 세부항목의 상황은 알 수 없었지만, 기상청 인원 문제에서 나왔듯이 전체적으로 예산이 부족하여 충분한 인원을 고용할 수 없으며, 사용하고 있는 장비 또한 노후화되고 고장이 난 것이 많아 실제 업무에 문제점이 발생하고 있다.

Table 5. Annual budget of DMH of Myanmar

연 도	예 산 (USD)	비 고 (%)
2011	973,836	
2012	1,029,283	5.7% ↑
2013	2,272,832	120.8% ↑

2.2.3 미얀마기상청의 국제협력

미얀마기상청은 주변국들로부터 해외원조를 받고 있다. 2006년도에는 IOC/ESCAP으로부터 2대의 Tide Gauge를 원조 받았으며, 2012년에는 일본으로부터 MTSAT 위성의 수신장비와 새로운 GTS/MSS를 원조를 받았고, 태국으로부터는 고층관측장비와 라디오존데 20세트를 원조 받았다. 가장 최근에는 일본으로부터 3대의 기상레이더와 그 레이더 주변에 설치할 30대(1 레이더 당 10대)의 AWOS 설치에 관한 원

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

조를 받고 있는 중에 있으며, 이 사업은 2017년에 완료될 예정이고, 사업비는 약 3900만 달러이다.

2.2.4 미얀마기상청의 교육 훈련

미얀마기상청의 교육 및 훈련은 국내와 국외로 나눠 정리할 수 있다.

국내교육은 미얀마에 있는 대학에 위탁교육을 실시하고 있으며, 예산에 따라 매년 1 ~ 2회 실시한다. 교육 및 훈련 내용은 사례 강의를 주로 실시하고 있으며, 특히 수문현장조사를 위주로 실시하고 있다. 대학의 교육은 양곤에 위치한 다곤대학(Dagon University)에서 기상 및 수문분야에 대해 교육을 하고 있다. 현재, 미얀마 국내대학 출신 중 37명이 미얀마기상청에 입사하여 33명이 재직 중에 있다. 국외 교육은 아세안 국가 및 일본, 대한민국, 중국, 인도 등지에서 교육을 받고 있으며, 기상, 수문, 지진, 항공기상이다. 한 해 교육받는 인원은 대략 30 ~ 50명 선이다.

이처럼 국내대학의 교육이 1곳 밖에 없으며, 국내교육 역시 대학의 물리 및 수학과와의 협조로 이루어지지만, 이마저도 예산 부족으로 인하여 1년에 두 번 정도 실시하고 있어서 기상청 직원들의 교육이 부족한 편이다. 교육 분야도 수문현장조사에 한정되어 있어서 기상 및 지진 등의 분야에 대한 국내교육은 더욱 부족한 면이 있다. 해외교육 또한 주변국가로부터 지속적으로 지원 받고 있으나, 전반적으로 내부 직원들에게 교육 기회가 부족한 실정이다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

2.3 정보기술 동향

2.3.1 세계기술 동향

1970년대 이후 컴퓨터와 통신이 결합되면서 정보통신기술은 급격히 발전하기 시작하여 정보화 기술을 의미하는 IT라는 단어가 생겨났다. 정보통신기술은 1980년대 PC의 탄생, 인터넷의 등장, 1990년대 핸드폰의 출현, 2000년대 컴퓨터와 핸드폰이 결합한 스마트폰의 등장으로 손안에서 컴퓨터, TV, 전화, 인터넷 검색, 영상통화 등이 가능한 시대가 되었다.

표 6에 2012년에서 2014년까지 3년간 가트너그룹이 선정한 10대 정보화 전략기술이 나타나 있다. 현재 정보화 기술의 동향은 다양한 모바일 기기 관리, 모바일 앱과 어프리케이션, 사물간 통신인 만물 인터넷(IoT), 크라우드 컴퓨팅 등의 시대가 열려 있다(그림 10).

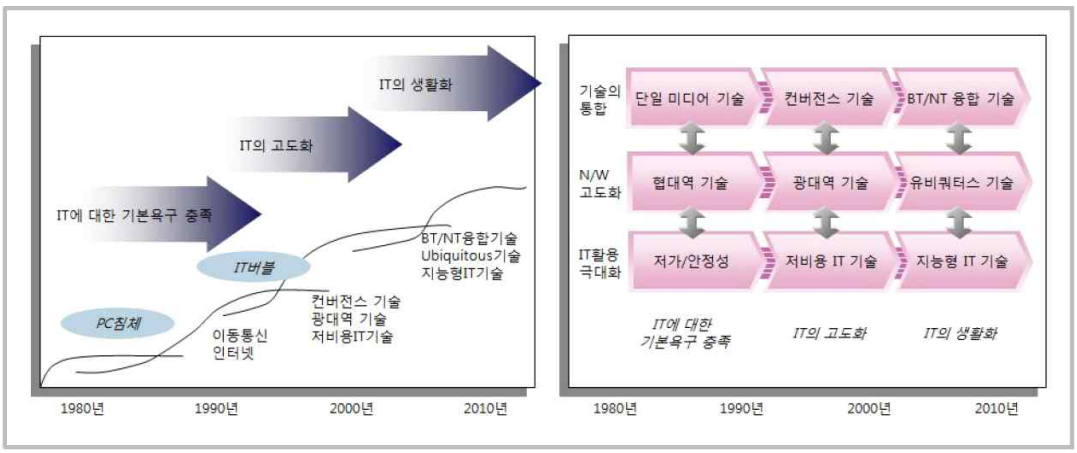


Fig. 10. Trends of information technology development

2.3.2 미얀마 기술 동향

미얀마는 국영통신사(MPT)가 통신서비스를 제공하고 있으며, 전반적으로 유무선 통신서비스가 매우 열악한 상황이다. 2013년 현재 유선전화가입자 비율이 1.8%, 이동통신 가입자 비율은 3.5% 수준이다. 그림 11에서와 같이 아직도 이통통신의 보급범위가 비어 있는 곳이 있다.

그림 12에 보이는 바와 같이 국가백본통신망을 구축하고 있으나 현재까지는 중

Collection @ chosun

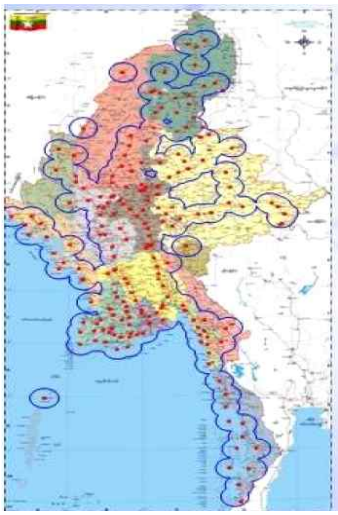
조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

요도시에 한한다.

기상업무 현대화를 위하여서는 모든 기상장비 및 시스템이 정보통신망에 의한 하나의 시스템으로 통합되어야 한다는 점을 감안할 때 미얀마의 통신 한계점을 극복하는 것이 관건이 될 것이다.

Table 6. Annual 10 strategic information technology(Gartner)

	2012년	2013년	2014년
1	미디어 태블릿 그 이후	모바일 대전	다양한 모바일 기기 관리
2	모바일 중심 애플리케이션과 인터페이스	모바일 앱 & HTML5	모바일 앱과 애플리케이션
3	상황인식과 소셜이 결합된 사용자 경험	퍼스널 클라우드	만물인터넷
4	사물인터넷	사물인터넷	하이브리드 클라우드와 서비스 브로커로서의 IT
5	앱스토어와 마켓 플레이스	하이브리드 IT & 클라우드 컴퓨팅	클라우드/클라이언트 아키텍처
6	차세대 분석	전략적 빅데이터	퍼스널 클라우드의 시대
7	빅데이터	실용분석	소프트웨어의 정의
8	인메모리 컴퓨팅	인메모리 컴퓨팅	웹스케일 IT
9	저전력 서버	통합 생태계	스마트 머신
10	클라우드 컴퓨팅	엔터프라이즈 앱스토어	3D 프린팅



Cities	HUAWEI		ZTE		TOTAL	
	BTS Stations	Capacity	BTS Stations	Capacity	BTS Stations	Capacity
NayPyiTaw	23	61,250	-	-	23	61,250
Yangon	30	79,250	-	-	30	79,250
Mandalay	-	-	17	39,500	17	39,500
Others	147	233,500	112	162,950		
TOTAL (226 – Cities)	200	374,000	129	202,450	329	576,450

Fig. 11. Coverage of mobile network (GSM & CDMA) in Myanmar

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Backbone Fiber Transmission Route

Total FOC	14,338 Km
Completed FOC	10,531 Km
Under Construction	619 Km
To be Constructed	1,747 Km
Future Plan	1,440 Km

IP Transmission Route

IP Microwave Station	154
GbE Microwave	15 Routes
STM-4 Microwave	2 Routes
SDH Microwave	11 Routes
PDH Microwave	164 Routes

Fig. 12. Implementation status of national backbone network of Myanmar

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

2.4 SWOT 분석

미얀마 기상·수문분야 환경에 대한 SWOT 분석 내용이 표 7에 나타나 있다.

내부 강점요인으로, 첫째 미얀마 기상청의 청장을 비롯한 간부들의 기상청 발전을 위한 의지가 매우 강한 점을 들 수 있다. 둘째는 미얀마 기상청 직원들의 전체적인 학력수준이 매우 높다. 따라서 선진 기술을 쉽게 습득 소화해낼 수 있을 것이다. 셋째는 전체 직원의 업무에 대한 자부심과 발전을 위한 열정이 대단하다.

내부약점으로는, 첫째, 기상 인프라가 절대적으로 부족하고 노후화 되어 있다. 둘째, 예산이 부족하다. 이러한 예산으로는 큰 사업을 추진할 수 없다. 셋째, 인력이 부족하다. 예산 등의 부족으로 정원의 반을 채우지 못하고 있다.

Table 7. SWOT analysis of Hydro-meteorological services of Myanmar

구 분		내 용
S	내부 강점	- 리더의 발전 의지가 강하다 - 전체 직원의 학력 수준이 높다 - 전 직원이 기관을 발전시키려는 열정이 강하다. - 예산을 해마다 늘리고 있다.
W	내부 약점	- 기상 인프라가 부족하고 노후화 되어 있다. - 예산이 부족하다 - 인력 부족, 정원을 채우지 못하고 있다.
O	외부 기회	- 정부의 기후변화 적응 대응 사업 추진 의지 강하다 - 주변 선진국의 기상원조가 증가하고 있다. - 자연재해가 빈발하고 있다.
T	외부 위협	- 민생분야 수원이 우선이고 기상분야는 우선순위가 낮다. - 행정 낙후 등으로 사업 추진 접근 방식이 느리다. - 전력, 통신, 보안 등 사회 인프라가 열악하다. - 원조 후 운영, 유지 예산이 뒷받침이 안 된다.

외부기회요인으로는 정부의 기후변화 적응을 위한 대응사업 추진 의지가 강하다. 둘째, 주변 선진국 즉 중국, 한국, 일본 등의 기상원조가 증가하고 있다. 셋째, 자연재해가 빈발하고 있다. 큰 자연재해가 발생하게 되면 자연히 기상에 대한 투자가 증대될 수밖에 없다.

외부 위협요인으로는 첫째, 개도국에서는 민생분야 수원이 우선이고 기상분야는

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

우선순위가 낮다. 미얀마에서도 원조 수원 정책에서 기상분야 우선순위가 낮을 수 있다. 둘째, 행정의 낙후 등으로 사업 추진 방식이 경직되고 느릴 수 있다. 셋째, 전력, 통신, 보안 등 사회 인프라가 열악하다. 넷째, 원조 받은 후 운영, 유지 예산이 뒷받침이 안 되는 수가 있다.

SO 전략은 첫째 선진국 기상원조를 적극적으로 받아들여서 현행업무를 진단하고, 종합적인 마스터플랜을 수립하여, 체계적이고 종합적인 국가 기상업무 현대화 계획을 수립한다. 둘째로는, 선진국의 기상원조를 체계적으로 이용하여 우선 기상업무를 실시간 체제로 바꾸고, 기상재해를 예방하기 위하여 조기경보시스템 등을 구축해야 한다.

ST 전략은 리더와 직원들의 열정으로 대 정부, 대 국민에 대한 설득과 기상 · 수문분야의 중요성을 홍보하고, 기상 · 수문분야 투자를 향상시켜야 한다.

WO 전략은 기상원조의 증가 추세를 이용하여 부족한 기상인프라를 구축하고, 직원의 훈련 등을 강화하여 인력을 양성하는 것이다.

WT 전략은 생활 밀착형 혹은 재해 밀착형 기상 수문 분야로 융합화 전략을 구상하여 기상분야의 낮은 우선순위로 인하여 기상원조를 받지 못하는 일이 없도록 한다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제3장 현행업무 분석

3.1 기상관측업무

기상관측소의 종류는 상시관측소(full-time basic stations), 파트타임 관측소(part-time stations), 특별관측소(special measurement stations) 등 크게 3가지로 분류된다(표 8).

Table 8. Weather observation station in Myanmar

관측소 분류	관측소 종류
상시 관측소 Full-time basic Stations	Meteorological Stations Hydrological Stations Meteorological and Hydrological Stations Agro-meteorological Stations Seismological Stations Aviation meteorological Stations
파트타임 관측소 Part-time Stations	Rainfall Stations Climate Stations Water level Stations
특별 관측소 Special Measurement Stations	Upper Air Stations Radiosonde Stations Storm detection radar Station Satellite Receiving Stations

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

3.1.1 지상기상관측

가. 지상기상관측 현황

지상기상관측소 개수는 97개소이며, 14개 지방 정부별 관측소 수는 표 9와 같다.

Table 9. No. of weather station for local governments

지방정부 명	관측소 수	지방정부 명	관측소 수	지방정부 명	관측소 수
Kachin	4	Naypyitaw	4	Ayeyarwady	7
Shan	7	Magway	9	Kayah	3
Chin	4	Rakhine	10	Kayin	3
Upper Sagaing	6	Bago	10	Mon	8
Lower Sagaing	4	Yangon	5	Taninthayi	4
Mandalay	8			Island	1
total	33	total	38	total	26

관측요소 및 관측주기

각 관측소에 관측하는 기상요소는 최고기온, 최저기온, 건구온도, 습구온도, 노점, 상대습도, 기압, 강수량, 시정, 풍속, 풍향, 운량, 운고, 운향, 현재일기, 과거일기 등이며, 관측주기(Observations periods)는 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 UTC로 하루 8회 관측하고 있으며, 관측 수단은 대부분 수동으로 관측하고 있다(표 10).

Table 10. Observation methods and observation elements

관측요소	관측주기	관측기기	장비 노후상태	관측방법
건구온도	8회/일	유리제온도계	노후	수동관측
습구온도	“	유리제온도계	노후	수동관측
최고, 최저 온도	“	유리제온도계	노후	수동관측
노점온도	“			수동관측
상대습도	“			수동관측
기압	“	수은기압계	노후	수동관측
강우량	“	원통형 우량계	노후	수동관측

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

풍향풍속	“	풍향풍속계	노후	수동관측
시정(안개)	“	목측관측		수동관측
운량	“	목측관측		수동관측
운고	“	목측관측		수동관측
운향	“	목측관측		수동관측
현재일기	“	목측관측		수동관측
과거일기	“	목측관측		수동관측

관측장비

기상관측장비는 대부분 수동 관측장비이며, 관측노장에 백엽상을 설치하여 운영하고 있으나 대부분 소형 백엽상이고, 노후되어 있다. 백엽상 내에 유리제 건습구 온도계, 유리제 최고 · 최저온도계를 설치하여 현재기온 습도 최고 · 최저 온도를 관측하고 있다.

Fig. 13. Observation field of Naypyitaw headquarter

Fig. 14. Wind direction and speed meter(Left: conventional, Middle: aero-vane, Right: Yangon station currently)

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Fig. 15. Evaporation pan and rain gauge

Fig. 16. Soil temperature, pyranometer, barometer

자동기상관측장비(AWOS)는 Yangon, Sittwe, Dawei 등 3개소에, 그리고 자동우량계는 6개소에 설치되어 있다.

관측자료 수집

각 관측소에서 일정한 관측시각이 되면 관측노장(그림 13)에 설치된 기상관측장비(그림 14, 15, 16, 17)의 관측값을 수작업으로 읽고, 관측야장(그림 18)에 기록하며, 기록된 관측값으로 기상전문을 작성하여 SSB 또는 전화로 네피도의 기상청 본부에 보고한다. SSB는 전국 41개 기상관서에 설치되어 있다.

WMO에 등록된 기상관측소는 모두 49개소이며 아래 표 11과 같다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Fig. 17. Manual observation

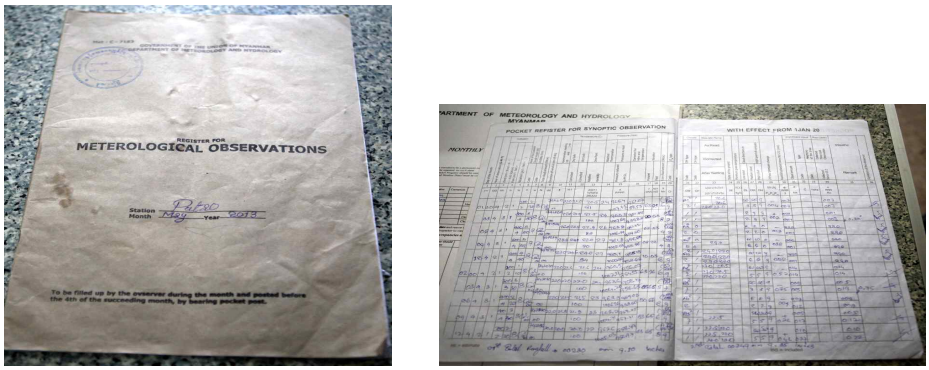


Fig. 18. Field book of surface observation

Table 11. WMO Stations in Myanmar

No	관측소 번호	관측소 명	위도(d.m)	경도(d.m)	관측소 고도(m)
1	48093	Bago	17.20	96.30	15
2	48019	Bhamo(VBBM)	24.16	97.12	111
3	48109	Coco-Island(VBCI)	14.07	93.22	2
4	48108	Dawei(VBTV)	14.06	98.13	16
5	48031	Falam	22.55	93.41	1372
6	48036	Gangaw	22.10	94.08	214

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

7	48087	Henzada	17.40	95.25	26
8	48004	Hkamti	26.00	95.42	146
9	48010	Homalin(VBHL)	24.52	94.55	130
10	48099	Hpa-an(VBPA)	16.45	97.40	9
11	48040	Hsipaw	22.36	97.18	436
12	48024	Kalemyo	23.12	94.04	152
13	48025	Kalewa	23.12	94.18	109
14	48018	Katha	24.10	96.20	113
15	48060	Kengtung(VBKG)	21.18	99.37	827
16	48071	Kyaukpyu(VBKP)	19.25	93.33	5
17	48035	Lashio(VBLS)	22.56	97.45	747
18	48075	Loikaw	19.41	97.13	895
19	48058	Loilem	20.55	97.33	1355
20	48042	Mandalay(VBRM)	21.59	96.06	74
21	48095	Maubin	16.44	95.39	3
22	48020	Mawlaik	23.38	94.25	115
23	48053	Meiktila(VBML)	20.50	95.50	214
24	48110	Mergui(VBRN)	12.26	98.36	36
25	48064	Minbu	20.10	94.53	48
26	48045	Mindat	21.23	93.57	1395
27	48096	Mingaladon(VBRR)	16.54	96.11	28
28	48070	Mongsat	20.33	99.16	572
29	48037	Monywa	22.06	95.08	81
30	48103	Moulmein(VBMM)	16.30	97.37	21
31	48047	Myingyan	21.28	95.23	60
32	48008	Myitkyina(VBMK)	25.22	97.24	145
33	48048	Nyaung-U	21.12	94.55	61

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Table 11. WMO Stations in Myanmar(continued)

No	관측소 번호	관측소 명	위도(d.m)	경도(d.m)	관측소 고도 (m)
34	48090	Papun	18.04	97.27	95
35	48094	Pathein(VBBS)	16.46	94.46	9
36	48068	Pinlaung	20.08	96.46	1463
37	48017	Pinlebu	24.05	95.22	259
38	48077	Prome(VBPR)	18.48	95.13	58
39	48001	Putao(VBPT)	27.20	97.25	409
40	48074	Pyinmana	19.43	96.13	101
41	48080	Sandoway(VBSY)	18.28	94.21	9
42	48057	Taunggyi	20.4	97.03	1436
43	48088	Tharrawaddy	17.38	95.48	15
44	48098	Thaton	16.55	97.22	17
45	48078	Toungoo	18.55	96.28	47
46	48112	Victoria Point	9.58	98.35	46
47	48067	Yamethin	20.25	96.09	199
48	48097	Yangon(VYYY)	16.46	96.10	14
49	48107	Ye	15.15	97.52	3

나. 지상기상관측업무의 문제점

지상기상관측의 문제점은 다음과 같다. 매 3시간 간격으로 하루 8회 단속적인 수작업 기상관측을 하고 있으므로, 급변하는 위험기상에 대한 실시간 연속적인 기상감시가 불가능하다. 건습구온도계에 의한 습도 관측은 개인차가 심하다. 풍향풍속관측은 WMO가 요구하는 지상 10m 높이의 바람을 관측하고 있지 않기 때문에 관측자료의 대표성에 문제가 있다.

기상장비는 관측의 정확도가 생명이다. 이를 위해 장비 설치 후 일정기간마다 정기적 검정과 교정이 이루어져야 하나 전국에 산재된 자동기상관측장비와 재래식 기상관측장비에 대한 검·교정이 제대로 이루어지지 않고 있어 관측자료의 정확도에 대한 신뢰도가 매우 낮은 편이다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Table 12. Problems of surface observation

구분	내 용
문제점	1. 재래식 측기에 의한 수작업 관측 2. 단속적(매 3시간 간격) 비 실시간 관측 3. 품질관리 미흡 4. 기상관측 환경 열악 5. 기상관측장비 고장수리 및 검·교정체계 미흡.

자동기상관측장비는 다른 나라에서 무상원조로 설치되었으나 운영과 관리에 어려움이 있고 고장 발생 시 수리를 위한 부품조달이 거의 안 되고 있으며, 수리담당 전문요원도 없는 실정이다. 전 국토를 대상으로 기상요소별 관측망을 설계하고 이를 토대로 기상관측장비를 체계적으로 구축하여야 하나 많은 부분을 원조에 의존함에 따라 계획성 있고 체계적인 설치가 어려운 실정이다.

3.1.2 고층기상관측

가. 관측소 현황

고층기상관측소(upper air stations)는 8개소를 운영하였으나 현재는 예산부족으로 소모품(존데)을 공급하지 못하여 대부분 운영하지 못하고 있으며, Yangon 1소에서만 일 1회 관측을 수행하고 있다.

Table 13. Current status of upper air station

구분	관측소 명	관측장비	관측주기
고층관측소	양곤	Vaisala RS 92 Radio theodolite	1회 / 일

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Fig. 19. Upper air observation system and tracking antenna

나. 고층기상관측업무의 문제점

미얀마에는 8개소의 고층관측소가 있었으나 예산 부족 등으로 7개소는 관측을 중단하고 양곤 1개소 만 운영하고 있다. 국토면적(67만6천km^2)에 비하여 고층관측소 수가 너무 적다. 예산 부족으로 소모품을 조달하지 못하는 것도 문제이다. 현재 1개소가 운영되고 있는 양곤의 고층관측수신기도 너무 노후화 되어서 교체가 필요하다.

라디오존데의 비양을 위하여 풍선에 공기보다 가벼운 가스를 주입하여야 하며 안전을 위하여서는 헬륨가스를 사용해야 하나 미얀마에서는 수소가스를 사용하고 있어 폭발의 유험성이 있다. 예산상 수소가스를 사용할 수밖에 없다면 수소가스 충전소의 시설보강이 매우 시급하고 위험가스 취급인가자 확보와 정기적 교육 및 안전점검이 이루어져야 한다.

Table 14. Problems of upper air observation

구분	내 용
문제점	1. 8개 관측소 중 7소 관측중단 2. 예산 및 소모품 부족으로 관측 중단 3. 관측소 절대 수 부족

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3.1.3 기상레이더 관측

가. 기상레이더 관측 현황

미얀마에는 3개소의 기상레이더관측소가 있었으나 예산부족으로 모두 중단하고 Kyaukpyu 1개소 만 남아있었으나 이곳도 현재 고장으로 관측이 중단된 상태이다. 넓은 국토 면적을 효과적으로 기상감시하기 위하여서는 기상레이더관측소의 증설이 절실하다. 2013년에 본청에 레이더과가 신설되었고, 일본의 원조로 2017년까지 3대의 S밴드 기상레이더를 설치할 계획이다. 기상레이더설치 위치는 Yangon, Mandalay, Kyaukpyu 등이다.

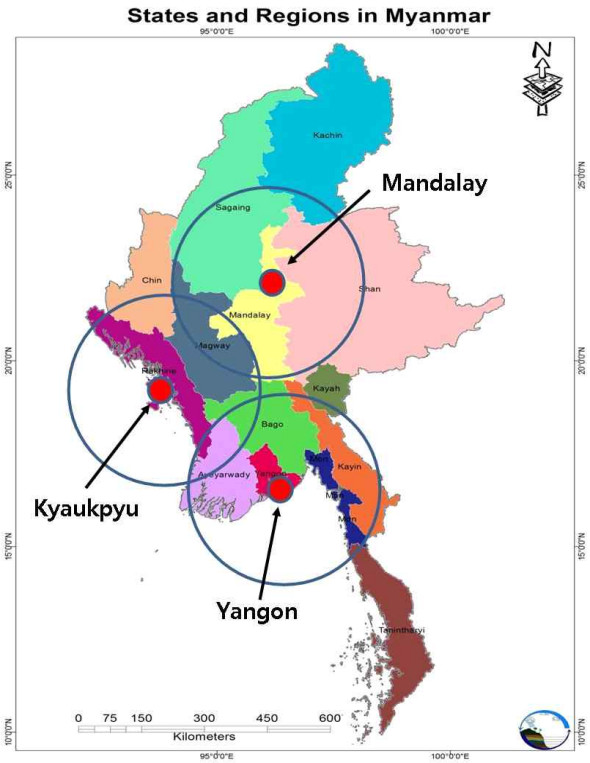


Fig. 20. Radar implementation plan (JICA aid)

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

나. 기상레이더관측업무의 문제점

미얀마의 넓은 국토 면적에 비하여 3대의 기상레이더로는 전국토를 감시하지 못한다. 관측소 수가 부족하다. 또한 통신망이 열악하여 여러 개소의 레이더 관측관측자료를 실시간으로 중앙에서 수집하여 보기 어렵다. 전체 레이더 관측소의 관측자료를 실시간으로 수집하여 합성영상을 만들 수 없다. 또한 레이더에 의한 강수량 추정치의 정확성을 높이기 위하여서는 AWS 관측 우량에 의한 보정이 필요하다.

Table 15. Problems of weather radar observations

구 분	내 용
문제점	1. 레이더 관측망 부족 2. 중앙 집중 모니터 감시 불가 3. 레이더영상 합성망화 부족

3.1.4 기상위성관측

가. 기상위성 관측자료 수신

(1) 정지기상위성

현재 미얀마의 정지기상위성의 수신시스템은 그림 21와 같이 PC 기반으로 중국의 정지기상위성 FY-2와 일본의 정지기상위성 MTSAT-2를 네피도에서 수신하여 상용 인터넷망을 이용하여 양곤 기상대와 양곤 공항기상대에 보내고 있다. 앞으로 이 위성자료를 다른 기관이나 관측소에도 제공할 계획을 갖고 있다.

그림 22는 동경 145도 적도상공의 MTSAT-2와 동경 105도에 위치한 FY-2 위성자료를 네피도에서 수신하는 수신용 안테나이고, 그림 23은 일본의 정지기상위성 MTSAT-2의 영상자료이다. 그러나 중국의 위성자료는 수신 장비의 이상으로 현재는 수신하지 못하고, 일본의 MTSAT 자료만을 양곤과 네피도에서 수신하고 있다.

그림 24는 MTSAT-2 자료처리와 영상자료 모니터 시스템이다. 그 밖에 인도 등 다른 나라의 위성자료는 인터넷을 통하여 영상만을 수신하여 사용하고 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

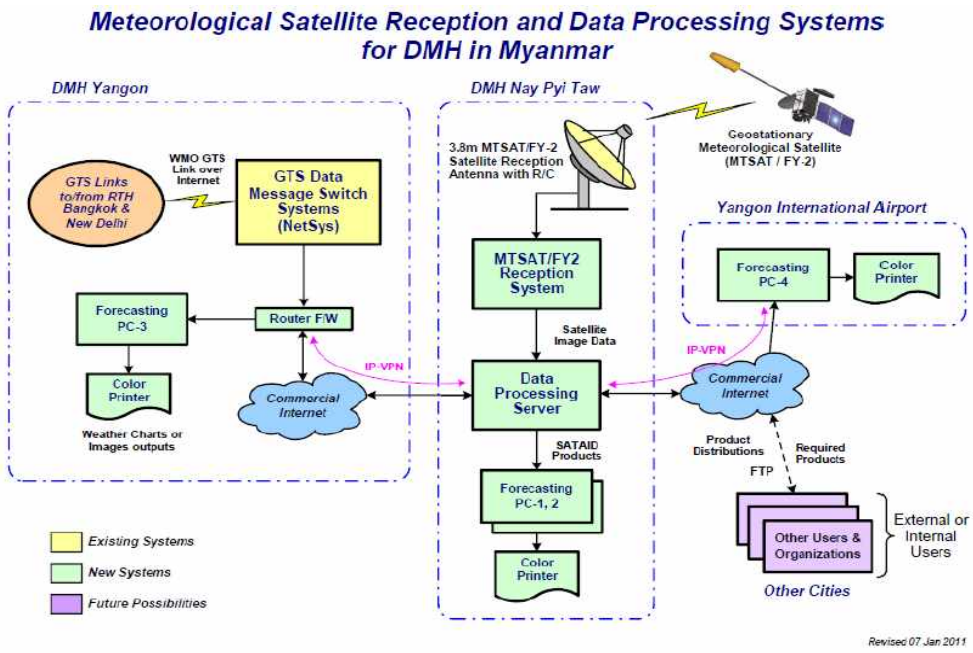


Fig. 21. Meteorological satellite receiving and processing system

Fig. 22. Antenna of geostationary satellite receiving system of Myanmar

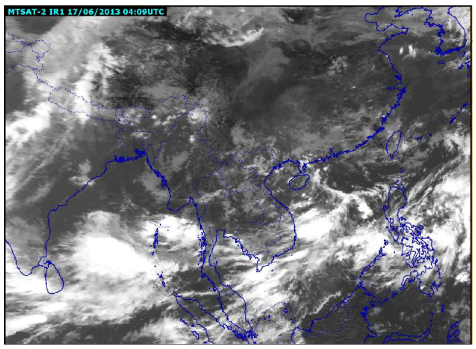


Fig. 23. MTSAT image received via the satellite receiving system of Myanmar

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

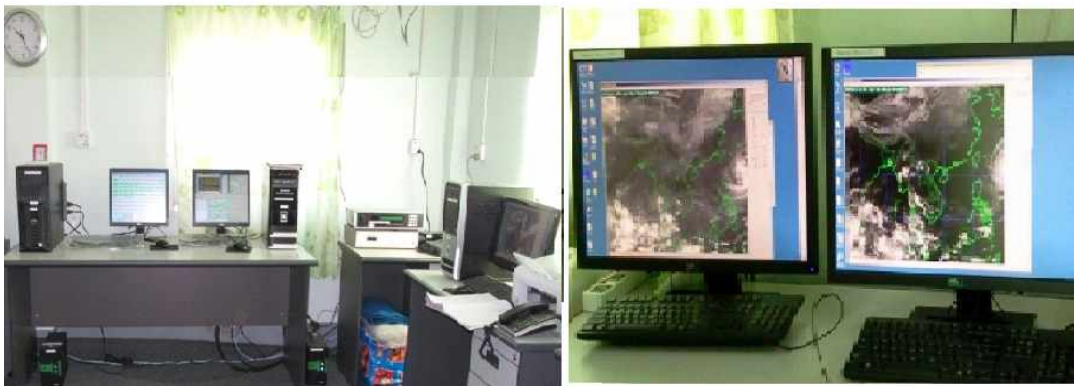


Fig. 24. MTSAT-2 data processing system and monitor of DMH

(2) 극궤도 기상위성 관측

극궤도 위성자료는 하루에 2~3 궤도의 관측자료 만을 수신할 수 있지만, 정량적인 정보를 생산할 수 있는 장점이 있다. 즉, 정지궤도 자료와 함께 이용하면 황사, 안개예보 등을 정량적할 수 있다. 또 지구관측위성 Terra와 Aqua는 가시파장역의 분광관측자료로 실제 컬러영상과 유사한 위성영상을 제공하므로, 황사, 산불, 적설과 같은 현상들을 용이하게 파악할 수 있다. 현재 미얀마에서는 극궤도 기상위성이나 지구관측위성의 자료를 직접 수신하고 있지 않고, 주로 인터넷을 통해 영상자료만 모니터하여 예보 등에 활용하고 있다.

나. 기상위성관측의 문제점

미얀마에 가장 가까운 위치에 있는 중국 FY 위성의 수신장비 고장으로 수신하지 못하고 있고, 정량적 분석이 가능한 극궤도 위성 수신도 못하고 있다. 미국의 NOAA 15, 18, 19 극궤도위성이나 MODIS 위성자료 등 다양한 위성자료 수신이 필요하다. 특히 미국의 NOAA 극궤도위성은 각 경로 상의 스캔 폭이 약 2,600km이므로 미얀마의 지리적 특성상 우선 네피도 1소에 위성수신소를 설치할 필요가 있다.

기상예보를 위해서는 실시간으로 관측되는 위성영상의 분석도 중요하지만 관측자료로부터 다양한 기상정보를 추출하는 활용기술이 필수적이다. 위성수신자료의 분석 전문가가 부족하며, 미얀마에는 기상위성 전문교육기관이 없으므로 국제적 위탁교육이 필요하다. MTSAT-2보다 미얀마에 가까운 한국의 천리안위성을 아직 수신을 못하고 있다. 천리안위성의 수신을 위한 천리안 중규모 수신 시스템(MDUS)

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

및 전문 분석요원의 확보가 필요하다.

Table 16. Problems of meteorological satellite observation

구 분	내 용
문제점	1. 인근위성(COMS, FY-2) 활용 미흡 2. 위성자료 공동이용 미흡 3. 극궤도위성 수신 불가

3.1.5 기상측기의 검·교정

기상관측의 가장 중요한 부분이 관측의 정확도와 관측값의 지역 대표성이라 볼 수 있다. 기상관측장비는 공장에서 제작하여 현장에 설치하기 전 반드시 공인 검정기관에서 관측정확도를 검정 받아 설치하여야 하며, 관측현장에 설치한 후에도 정기적인 검· 교정을 받아 관측값의 정확도를 확보하여야 한다. 기상관측의 매우 중요한 분야 중의 하나가 기상계측기의 검··교정이다. 모든 계측기는 사용시간이 경과함에 따라 관측의 오차가 커진다. 이를 일정기간 마다 검정하고 편차를 교정함으로써 관측의 정확도가 장기간 유지될 수 있다.

가. 기상측기의 검·교정 현황

미얀마 기상관측장비는 거의 모두 수동식 관측장비이며. 노후 되어 있다. 대부분의 기상관측소에서는 온도, 습도, 지중온도 등을 관측하는데 유리제 온도계를 사용하고 있다. 기상관측용 계측기에 대한 관측의 정확도를 확보하기 위한 검 · 교정 이력을 찾아보기 어려웠다. 다만 양곤국제공항 기상관측소엔 기압계에 관한 검·교정 이력을 확보하고 있어 공항기상관측에 가장 중요한 기압관측장비인 수은기압계의 기상측기의 검정 성적서를 볼 수 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

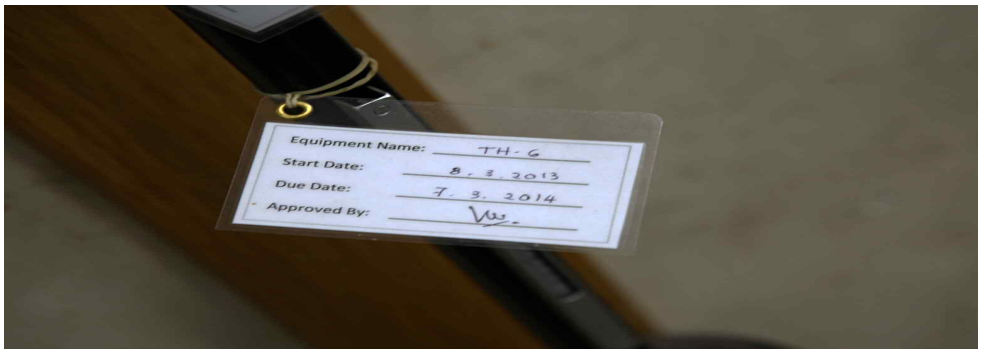


Fig. 25. Record of instrument test(barometer of Yangon airport station)

자동기상관측장비는 서로 다른 제품들이 혼재하고 있으며, 표준 format이 설정되어있지 않는 실정이다. 향후 관측업무 자동화를 위해서는 관측Data 표준 Format 설정이 필요하다. 기상관측의 기준을 정하는 기상관측표준화에 관한 법, 규정, 지침 제정이 미흡한 실정이고, 기상관측의 장기적 발전을 위한 기상관측이 나아가야 할 지표로 설정하는 road map 작성이 필요하다. 미얀마의 기후 특성상 강, 하천 등의 범람으로 인한 기상재해를 줄이기 위해서는 강우량관측의 정확도 향상과 관측자료의 품질향상이 중요하다.

나. 기상측기 검··교정 업무의 문제점

미얀마기상청은 기상계측기의 검·교정체계가 미흡하며, 일부 공항기상관측장비를 제외하고는 전국에 걸쳐 검··교정 시설이 없고 검·교정 기준기가 확보되어 있지 못하다. 검·교정 전문인력 및 조직도 없고, 관측표준화에 관한 법, 규정, 지침 등 기준도 찾아보기 어렵다. 이동식 현장 검·교정장비도 없다.

자동기상관측장비 종류가 혼재 되어 있고, 기상관측자료 표준 Format도 없다.

Table 17. Problems of instrumental test and calibration

구 분	내 용
문제점	1. 기상측기 검교정 체계 미흡 2. 기상측기 검교정 장비 부족 3. 검·교정 전문인력 부족 4. 이동식 검교정 장비 및 전문요원 없음

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3.2 기상통신업무

3.2.1 국제 기상정보통신

가. 국제 기상통신 현황

미얀마기상청은 기상업무를 위하여 WMO의 GTS, 일본의 MTSAT 수신기, 중국의 풍운CAST 등 정지기상위성 및 인터넷을 통하여 전 세계 기상자료를 수집하고 있다(표 18). GTS의 연결은 과거 양곤-방콕, 양곤-뉴델리 등 2개의 센터에 연결되어 있었으나, 미얀마 기상청의 본청을 네피도로 옮긴 2011년부터는 수도인 네피도-방콕, 네피도-뉴델리 간 GTS 회선을 연결하여 전 세계 기상자료를 수집하고 있다. 회선속도는 512kbps이고, 프로토콜은 TCP/IP방식으로 통신하고 있다. 본청이 네피도로 옮겨 간 후에도 인터넷회선의 품질이 좋지 않아 양곤-방콕, 양곤-뉴델리 회선도 백업 수단으로 유지하고 있다.

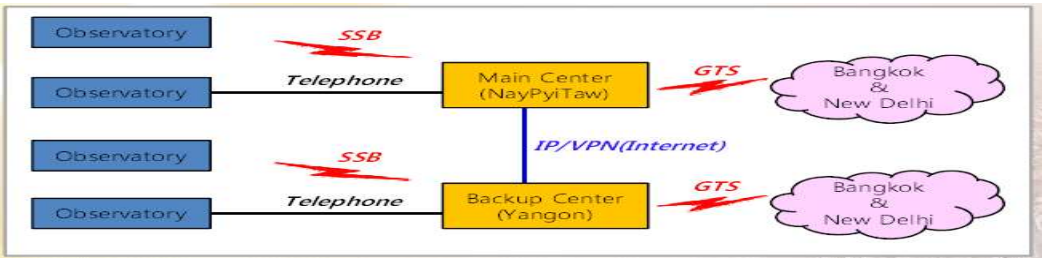


Fig. 26. Meteorological communication system of DMH

Table 18. Media for international meteorological telecommunication of DMH

통신 매체	망 연결	수신 자료	비고
WMO GTS	네피도 - 방콕 네피도 - 뉴델리	전세계 기상관측자료	512kbps TCP/IP
일본	MTSAT	위성영상, GRID 격자자료	
중국	CMA CAST	위성영상, 예보 자료	고장 중

그 외에도 일본이 원조한 MTSAT 수신기를 통하여 MTSAT 위성영상과 수치예보에 의한 격자점 자료를 수신하고 있다. 또한 중국이 원조한 풍운CAST 수신기에 의하

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

여 위성영상 및 각종 예보자료를 받고 있었으나 현재는 고장으로 사용을 못하고 있다. 그 외에도 인터넷을 통하여 국제기상센터의 자료들을 수집하여 예보에 이용하고 있다.

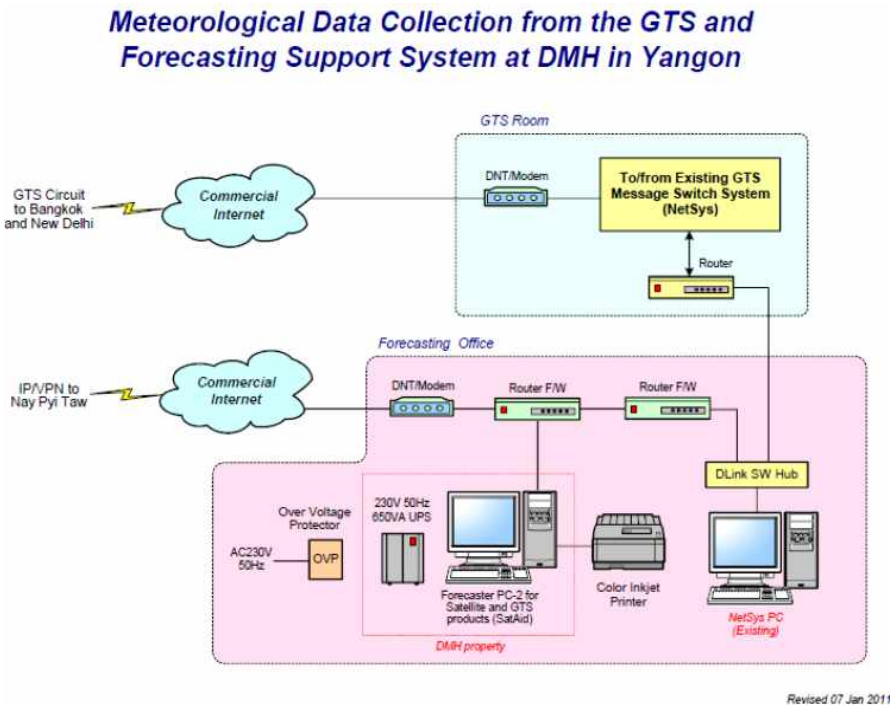


Fig. 27. GTS data receiving system of Yangon regional met. office

나. 국제 기상통신의 문제점

미얀마기상청의 국제기상통신업무의 문제점으로는 다음 2가지 사항을 들 수 있다. 첫째는 국제 인터넷 통신 품질이 좋지 않아서 회선속도가 느리다는 점이다. 이와 같은 문제로 인하여 GTS 회선을 본청이 있는 네피도에서 방콕과 뉴델리에 연결하고 있으나 양곤에서도 방콕과 뉴델리에 연결하는 백업 체제를 유지하고 있다.

둘째는 이와 같은 문제로 인하여 국제 기상자료 수집에 한계가 있다는 점이다. 이러한 국제기상자료 수집의 한계는 광범위한 데이터가 필요한 예보분석, 수치예보 등의 질을 저하시켜서 결국은 예보 정확도의 저하를 초래하게 된다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 19. Problems of international meteorological telecommunications

구분	내 용
문제점	1. 국제 인터넷 통신 품질, 통신속도 저속 2. 전세계 기상자료 수집제한

3.2.2 국내 기상정보통신

가. 국내 기상통신 현황

미얀마 국내의 기상통신망은 관측소-3개 지역센터 간 통신망과, 양곤, 만달레이 지역센터-국가센터 간 통신망으로 구성된다(그림 29). 각 기상관측소에서는 기상관측 결과를 WMO의 지상기상관측전문(FM 12 SYNOP)으로 부호화 하여 전화 혹은 SSB를 통하여 관할 지역센터인 만달레이, 양곤, 네피도 지역센터에 음성으로 보낸다. 3개 지역센터는 수집한 자료를 다시 네피도 국가센터에 SSB 또는 인터넷 통신으로 보낸다. 네피도 국가센터에서는 수집된 지상기상관측 전문을 PC에 입력하여 GTS MSS(메시지교환시스템)을 통하여 세계기상통신망(GTS)에 전송한다.

Fig. 28. SSB and phone for meteorological data collection

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

표 20에는 미얀마 기상청의 기상, 수문, 농업기상, 지진관측소 등 모든 관측소에서 접속 가능한 통신수단 조사 결과가 나타나 있다.

조사된 관측소는 97개 기상관측소, 68개 수문관측소, 17개 농업기상관측소, 14개 지진관측소 등이다.

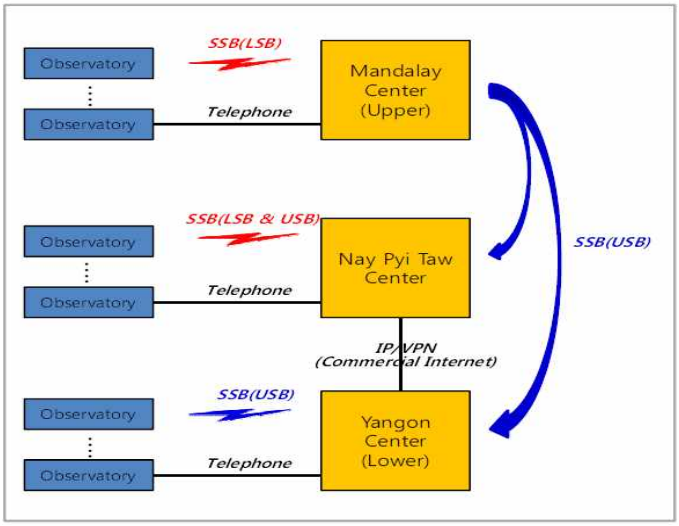


Fig. 29. Domestic meteorological telecommunication system

Table 20. Media for meteorological telecommunication of wether stations

관측소 유형	관측소 수	phone	SSB	mobile	ADSL	E1
기상관측소	97	68	50	97	30	34
수문관측소	68	30	27	68	14	12
농업기상관측소	17	7	4	17	6	3
지진관측소	14	14	12	14	13	13

기상관측소의 경우, 총 관측소 97개소 중 70%에 해당되는 68개소에서 전화 접속이 가능하고, 51%에 해당되는 50개소에 SSB가 설치되어 있으며, 97개소 전체에서 이동통신이 가능하다.

수문관측소의 경우, 총 관측소 수 68소 중 44%인 30개소에서 전화 접속이 가능

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

하고, 40%에 해당하는 27개소에서 SSB 통신이 가능하며, 68개소 모두에서 이동통신 접속이 가능하다.

농업기상관측소의 경우, 총 17개 중 7개소에 전화가, 4개소에 SSB가 설치되어 있고, 마찬가지로 17개소 모두에서 이동통신은 가능하다.

지진관측소의 경우는 총 14개소 모두에 전화가 설치되어 있고, 또한 이동통신 접속이 가능하다. 그리고 1개소를 제외한 13개소에 고속디지털통신인 E1 접속이 가능하다. 그밖에도 일부에서 지진자료 수집을 위한 VSAT 통신을 사용하고 있으며, 예보자료 전달을 위하여 Fax가 설치되어 있다.

나. 국내 기상통신의 문제점

미얀마기상청 국내기상통신업무의 문제점으로는 다음 3가지 사항을 들 수 있다. 첫째는 전화, SSB 등 사람에 의한 음성통신 방식으로 기상자료를 수집 분배함으로서 속도가 느리고 통신 과정에서 전달오류가 발생할 수 있다. 둘째는 매 3시간 마다 음성으로 수집하므로 항시 발생 즉시 통신이 아니라 단속적 비실시간적으로 기상관측 자료를 수집하는 것이다. 이 경우 수명 주기가 2,3시간 정도인 위험기상 발생 시 효과적인 자료 수집이 어렵다. 셋째는 일기도, 위성영상, 수치예보 결과 등과 같은 대량자료, 그림자료, 영상자료 등은 통신이 불가능하다는 점이다. 이런 체제로서는 독자적인 예보체제가 필요한 지방의 예보센터 활성화가 불가능하다.

Table 21. Problems of domestic meteorological communication

구분	내 용
문제점	1. 전화, SSB 등에 의한 음성통신 2. 단속적 비실시간적 자료 수집 3. 대량자료, 영상자료 등 수집 분배 불가

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3.2.3 기상업무 전산화

가. 기상업무 전산화 현황

그림 30에 미얀마 기상청의 정보통신시스템 구성도가 나타나 있다.

미얀마기상청의 각 부서에 업무 처리를 위한 최소한의 PC가 배치되어 있으나, 이를 하나의 정보통신망으로 엮어주는 인트라넷, 자료를 종합처리 분석하여 주는 서버, 종합자료 세트를 구성하여 공동이용을 가능케 해주는 종합기상자료 DB 및 자료관리시스템 등이 부재하다. 모든 업무 처리는 개인별로 작성, 생산하여, Fax나 이메일을 통하여 분배되고 공유되고 있다. 그림 31에서와 같이 MTSAT 위성자료와 GTS 자료가 네피도 본청, 양곤지방기상청, 양곤공항기상대에서 상용 인터넷 망을 통하여 공유가 가능하다.

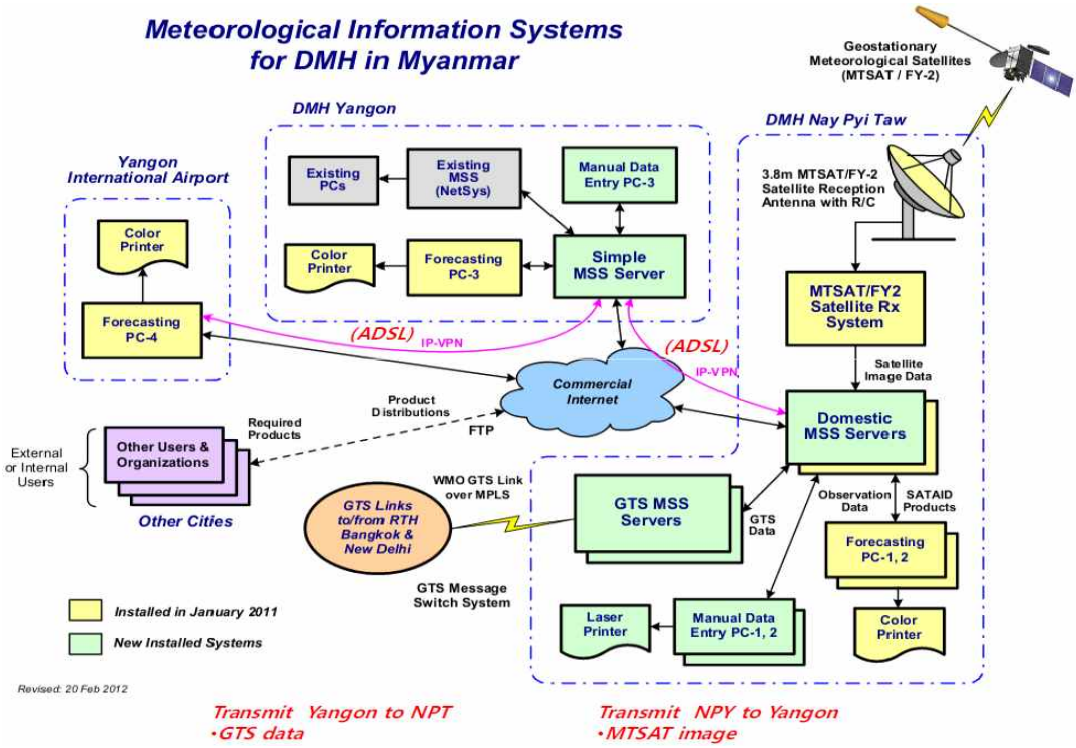


Fig. 30. Information and Communication System configuration of DMH

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

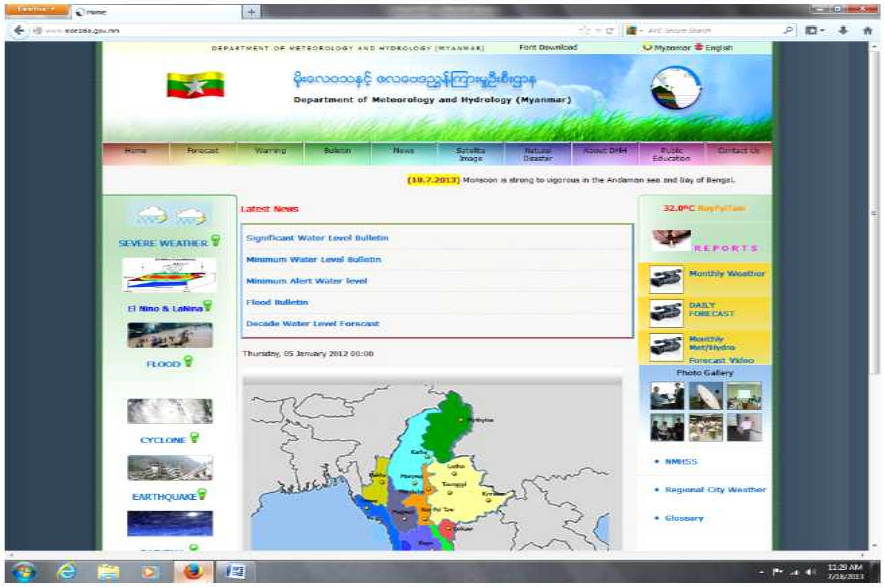


Fig. 31. Home page of DMH

나. 기상업무 전산화의 문제점

미얀마기상청 정보통신 전산업무의 문제점으로는 다음 3가지 사항을 들 수 있다. 첫째, 개인별 PC의 보급이 부족하고, 전 기상청적으로 정보통신이 가능한 내부 인트라넷이 구성되어 있지 않다는 점이다. 인트라넷이 구성되지 않을 경우 직원들 간의 자료 소통이 외부 인터넷을 통해야 하는 제약이 따른다. 둘째, 기상청 각 부서에서 생산되는 기상자료를 수집, 분석, 분배하여 주는 종합분석 서버가 없다는 점이다. 종합분석 서버가 없을 경우 이질적인 자료간의 융합분석, 처리, 생산, 이용이 불가하다. 셋째, 각 부서에서 생산되는 기상자료를 한곳에 모아서 공동이용을 가능하게 하여주는 기상자료 DB 및 관리시스템이 없는 점이다.

Table 22. Problems of computerization for meteorological services

구분	내 용
문제점	1. 사무자동화 개인별 PC 보급 부족 2. 자료처리 서버 부재, 인트라넷 구성 안됨 3. 자료 공동이용 DB 부재

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

3.3 기상예보업무

3.3.1 일반예보업무

가. 기상예보업무 현황

미얀마기상청은 1937년 4월 1일 설립되었고, 기상예보업무를 기상국에서 맡고 있다. 기상국은 예보과, 농업기상과, 기후자료과로 구성되어 있다. 2008년 아주 적은 인원으로 예보를 시작하여, 2013년 현재는 38명이 예보 업무에 종사하고 있다. 본청의 예보근무조는 예보관 1인, 예보보조자 2인, 고급관측자 2인, 관측자 1인 등, 총 6인으로 구성되고, 3교대 근무를 하고 있다. 일근자는 주로 국내자료 수집하고, 수치모델인 WRF모델 운영하고 있다. 이전에는 예보자료를 주로 FAX를 이용하며 통보 하였으나, 2012년 수치예보를 시작하면서 인터넷에도 예보자료를 올리고 있다. 또 기상청 내에 자체 스튜디오를 갖추고 직접 일기예보 방송을 제작하여 국영 TV방송국에 제공하고 있다.

Table 23. Title and missions of forecast team

직 위	직 급	임 무
Forecaster	Assistant Director Staffs Officer	weather forecast
Assistant forecaster	Deputy supeinteded	drawing weather chart
Junior forecaster	Deputy supeinteded	drawing weather chart
Senior observer	Senior observer	Collect the observation data
Senior observer	Senior observer	Collect the observation data
observer	Junior observer	Collect the observation data

미얀마기상청은 예보분석을 위한 자료 수집을 위하여 국내 관측자료는 SSB를 통하여 수집하고, 전세계 기상자료는 GTS, MTSAT-2, 인터넷 등으로 주변국의 예보자료, 위성자료 등을 수집하고 있다.

표 24는 미얀마 기상청이 참고하고 있는 외국의 예보 자료 목록이며, 그림 32은 인도, 일본 등 수치예보 자료들이다.

GTS 통신망으로 수집된 관측자료로 그림 34는 같은 실황 지상일기도, 그림 35과

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

같은 고층 유선도 등을 수작업으로 묘화 하고 있다. 예보 보조자료로는 대한민국(KMA), 인도(IMD), 중국(CMA)의 분석자료를 GTS나 인테넷으로 수집하여 예보에 활용하고 있다. 예보 현업은 6인 3교대로 근무하며, 예보 분담은 네피도에서 전국 예보를, 그리고 양곤에서는 양곤과 주변만을 예보하고 있다.

Table 24. Forecast information of foreign country used to DMH

· Internet based WMO/GTS Message Handling System by WMO
· MTSAT Satellite Receiving Workstation by JICA
· Installation of SATAID program and by using SATAID Data(Satellite imagery and NWP Data)
· Fengyuncast Satellite Receiver in 2008 at Nay Pyi Taw(WMO/VCP from China), but not received at present
· Aeronautical Telecommunication(MTSAT, AFTN)

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

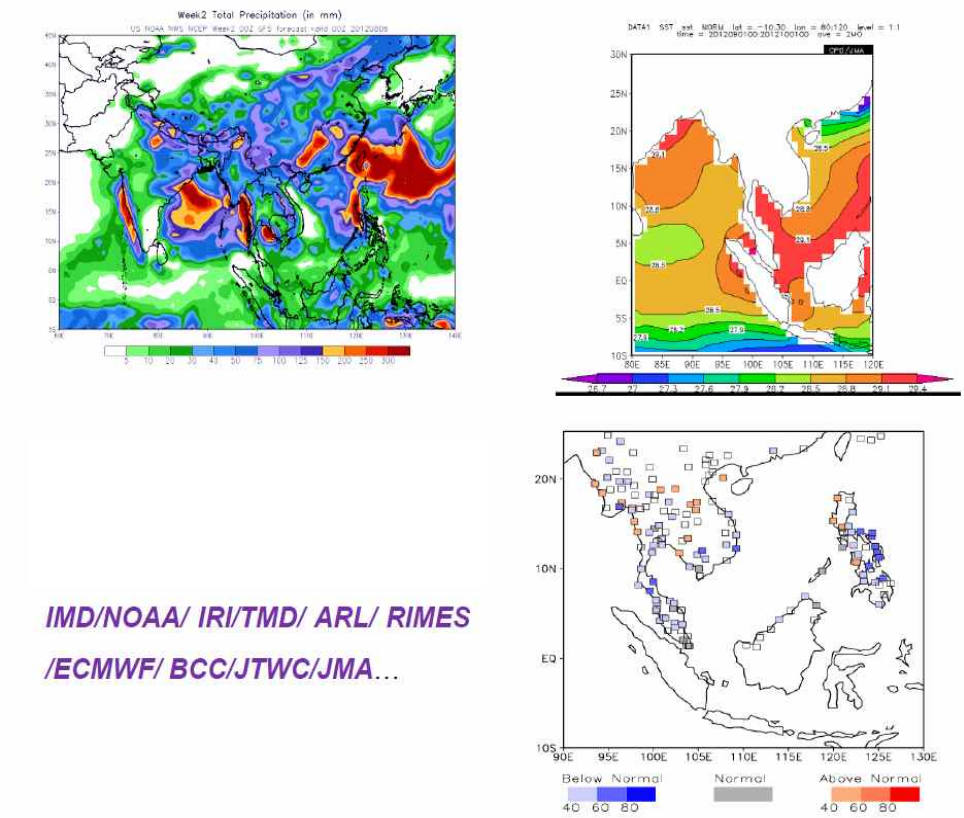


Fig. 32. Foreign NWP data referenced to Myanmar Weather forecast

Fig. 33. Weather broadcasting studios and broadcasting system of DMH

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Fig. 34. Surface weather chart

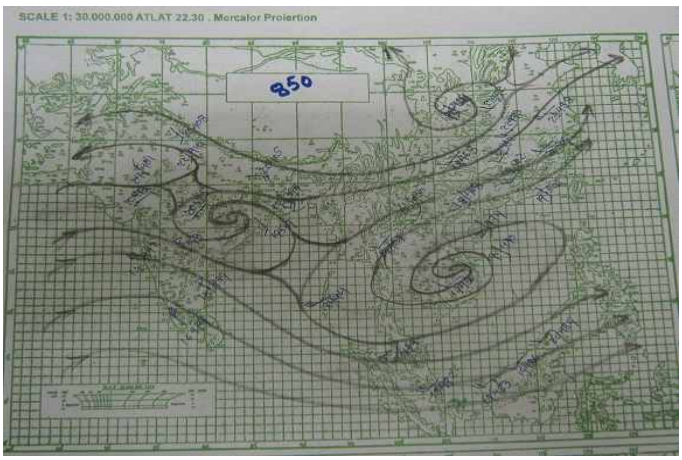


Fig. 35. Upper air weather chart

표 25는 미얀마기상청이 발표하는 예보의 종류와 발표 시각이다.

당일예보는 예보과에서 매일 정시에 5회 발표한다. 10일 예보는 장기예보계에서 매월 8, 18, 28일에 발표하고, 월간예보는 매월 28일, 계절예보는 4, 6, 8월 각 28일 발표한다. 항공예보와 안개경보는 항공과에서, 농업기상 정보는 농업기상과에서 발표하고 있다. 그 밖의 해안예보, 항구경보, 사이클론 서지, 집중호우, 급격한 호우 등은 예보과에서 담당하고 있다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Table 25. Forecast hours and division concerned

예보 경보 종류	담당부서	발표시각
당일예보	예보과	7:00am/12:00am/2:00pm/4:00pm/7:00pm
10일 예보	LRF	매월 8/18/28일
월간 예보	LRF	매월 28일
계절 예보	LRF	4월28일, 6월28일, 8월28일
항공 예보	항공과	매 6 시간
특수 기상 예보	예보과	요구 및 기상조건에 따라
해안 예보	예보과	오전10:30, 오후01:30
기록 갱신	예보과	새 기록 발생 시
농업기상 정보	농업기상과	매 10일
사이클론/서지/경보	예보과	24-36시간 전
집중호우/경보	예보과	격렬한 몬순, /사이클론/....
급작스런 호우/경보	예보과	극심한 기상 요란 조건에 따라
안개 경보	항공기상과	필요에 따라
항구 경보	예보과	폭풍이 예상될 때

나. 특·경보업무 현황

미얀마기상청에서 발표하는 위험기상에 대한 기상특보 종류가 표 26에 나타나 있다.

기상특보란 정규예보 외에 갑작스런 기상변화가 예상되거나, 그 기상현상으로 인해 심각한 재해발생이 예상될 때 이에 대한 주의를 환기하거나 경고를 하는 예보이다. 통상 갑작스런 기상변화가 예상되거나 국민들에게 더욱 상세하게 날씨 변화에 대해 알려 줄 필요성이 있을 때 기상정보를 발표하고, 위험기상 발생이 예상될 때는 기상특보를 발표한다. 특히 국민의 생명을 위협하고 재산의 손실을 직접적으로 야기하는 위험기상에 대해서는 보다 신속 정확하게 국민에게 전달해 주어야한다.

미얀마기상청은 사이클론, 호우, 강풍, 낙뢰 한파, 황사, 폭염 등 위험기상에 대해 표 26과 같이 위험기상 예보 및 특보를 하고 있다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Table 26. Weather advisory and warning issued by DMH

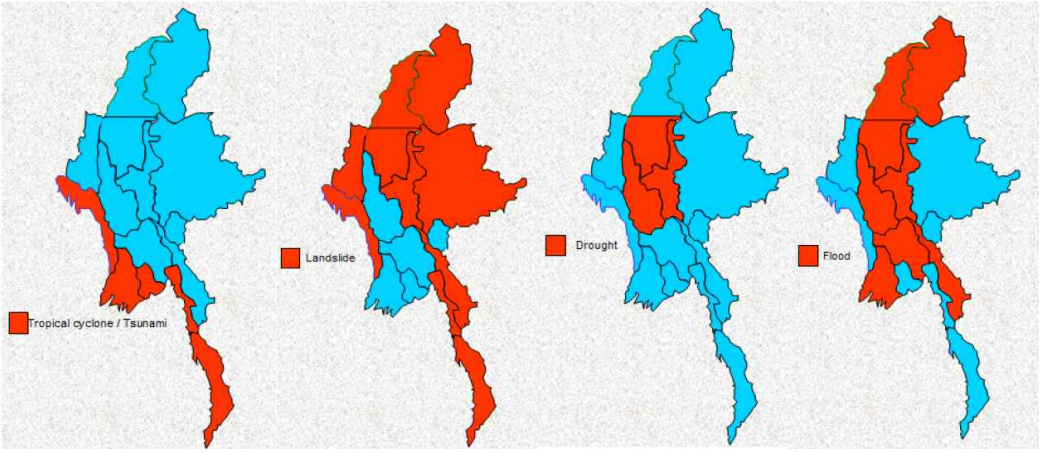
· Cyclone Warning	· Daily Weather / Water Level
· Storm Surge Warning	· Dekad Weather / Water Level
· Flood Warning	· Monthly Weather / Water Level
· Untimely Rainfall Warning	· General Weather Outlook for Monsoon Season
· Fog Warning	· Seasonal Weather / Water Level Forecast
· Heavy Rain Warning	· Aviation Weather Forecast
· Aviation Weather Warning	· Marine Weather Forecast
· Low Flow Water Level	· Special Forecast
· Tsunami	· Rainfall / Temperature New Records
· Port Warning	· Cyclone News
· Squall Warning	· Condition of Southwest Monsoon Onset and Withdrawal
· Agro-Meteorological Bulletin	
· Bay Bulletin	
· Flood Bulletin	
· Special Weather Bulletin	

그림 36에 위험기상별 상습 자연재해 발생 지역도이다.

사이클론과 지진해일은 서부해안 지역, 산사태는 중부 해안 평야지대를 제외한 전지역, 가뭄은 중부 내륙지방, 홍수는 주요하천 유역에 상습적으로 발생하고 있는 것을 알 수 있다. 미얀마 기상청에서는 계절 또는 월별 상습 위험기상이 나타나는 것을 고려하여 수작업으로 묘화한 일기도, WRF예보모델 자료와 외국 수치예보 자료에 의존해 특보를 발표하고 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



Cyclone/Tsunami Landslide Drought Flood

Fig. 36. Natural disasters prone area in Myanmar

특히 홍수의 경우는 수위와 강수량자료를 분석하여 단계별 상관법 또는 다중회귀식 등 경험식을 이용하여 홍수를 예상한다. 매일 열리는 예보관 토의에서 기상청장이 지시하여 홍수경보를 발령하고 침수지역에 그림 37의 방재업무 체계도에 나타나 있는 관계기관과 TV방송국에 통보를 한다. 그림 38은 FM 라디오를 이용한 기상특보 전달 체계이다.

일반 기상예보도 수치예보모델에 대한 의존도가 점차 높아가고 있지만, 특경보를 위한 수치예보는 더욱 중요하다. 특히 집중호우와 갑작스런 호우에는 초단기예보모델, 사이클론 서지 및 계절예보에는 장기예보와 통계모델에 대한 필요성이 매우 크다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

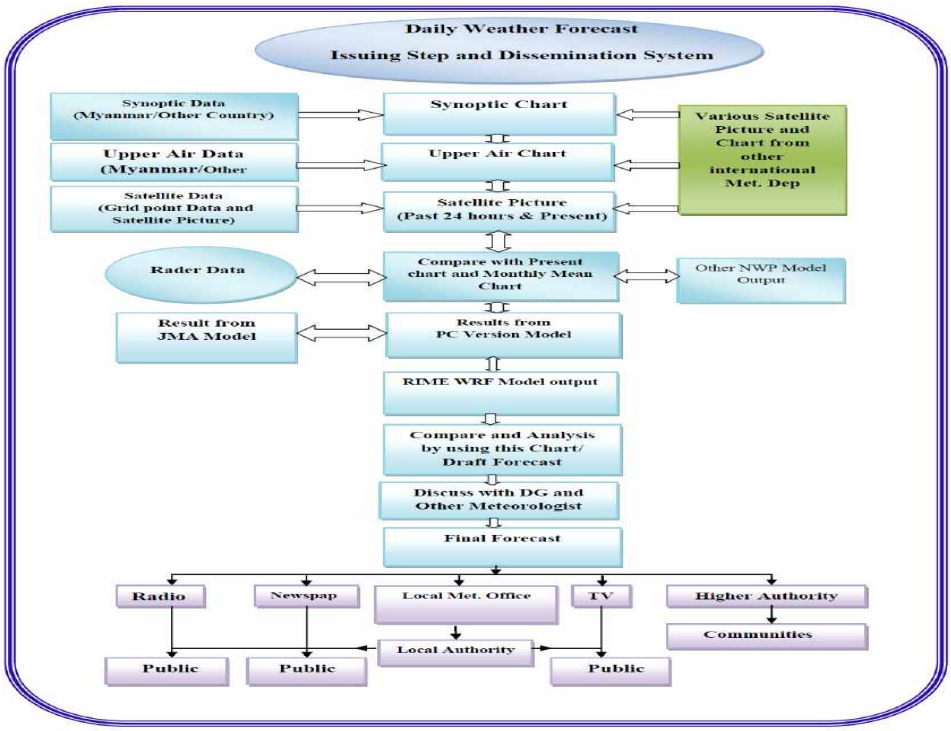


Fig. 37. Flow diagram of severe weather warning of DMH

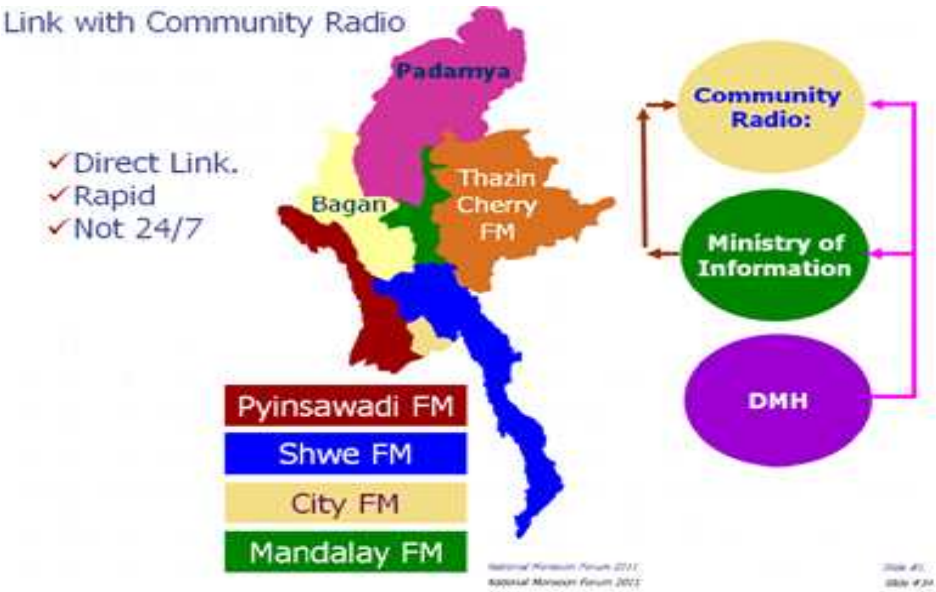


Fig. 38. FM radio network of province for delivering weather warning

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

다. 예보 토의

미얀마기상청 예보과에서는 매일 1230LST에 간단한 예보분석 표출 프로그램을 이용하여 그림 39에 보인 모니터에 예보분석 자료를 표출하여 토의를 하고 있다. 당직 예보관이 청장, 차장, 예보 관련 직원들에게 전날의 종관일기실황, 전날 예보에 대한 검증, 결정된 오늘 예보를 발표한다. 예보 토의는 작성된 종관일기도, 웹사이트에 게재된 외국의 예보자료, 수치모델 WRF 출력물들을 모니터에 표출하며 예보 관련 직원들과 의견을 교환한다. 예보 토의 후 벵갈만과 안다만의 바다 상태, 모레까지의 날씨전망, 네피도, 양곤, 만달레이의 예보를 결정한다.

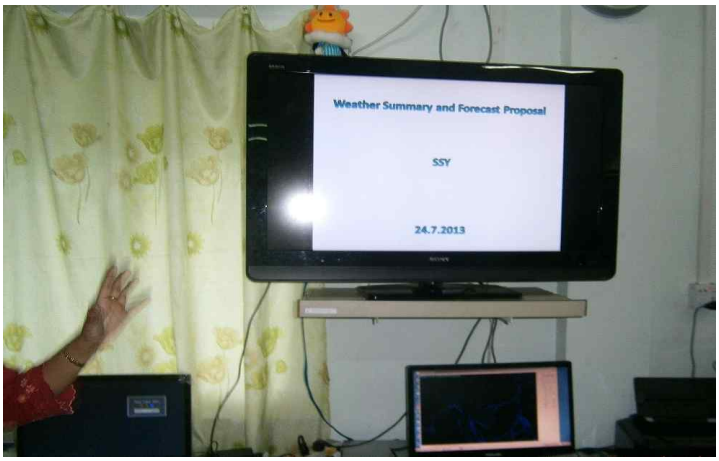


Fig. 39. Large monitor for weather forecast briefing

Table 27. Foreign forecast center referenced in DMH

예보센터	수신 자료	수신 매체	자료량
Tokyo	GSM GRIB	MTSAT Receivers	20GB
IMD(India)	NWP Product	Internet	
TMD(Thailand)	NWP Product	Internet	
JMA(Japan)	NWP Product	Internet	
CIMSS(USA)	NWP Product	Internet	
RST(UK)	NWP Product	Internet	
ADPC(Bangkok)	NWP Product	GTS	

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

라. 기상예보업무의 문제점

미얀마기상청의 기상예보업무의 문제점은 다음과 같다.

첫째, 기상통신 기능의 미약으로 예보에 필요한 충분한 자료를 모으지 못한다. GTS 회선은 뉴델리와 방콕 2개소에 연결되어 있으나 통신속도가 느리고, 회선이 불안정하여 충분한 양의 전세계 기상관측자료나, 우수한 GDPS센터의 수치예보 결과를 수신할 수 없다.

둘째, 현재 자체운영하고 있는 WRF 모델은 성능이 미약하여, 미국, 일본 등 외국 기상센터의 수치예보 결과에 많이 의존하고 있다.

셋째, 자동화정도가 낮아서 지상일기도, 상층일기도 등 기상예보자료 분석을 수작업으로 하고 있다.

넷째, 국토는 넓은데 네피도에 있는 본청과 양곤지방기상청에서 만 예보를 내고, 14개 주 기상대는 예보기능이 없다. 또한 통신 인프라가 미약하여 지방청예보관 통화도 하지 못한다.

다섯째, 기상관측 및 통신인프라 부족으로 실시간 기상감시가 불가하여, 위험기상 실시간 감시 기능이 부족하다.

Table 28. Problems of weather forecast service

구분	내 용
문제점	1. 인프라 부족으로 예보에 필요한 충분한 자료를 수집할 수 없음 2. 자체수치예보 수준이 낮아서 외국의 모델결과에 의존도 높음 3. 일기도 분석 등을 수작업으로 하고 있음 4. 넓은 국토면적에 비해 네피도 본청과 양곤에서 만 예보함 5. 실시간 위험기상 감시 수단이 결여

3.3.2 수치예보업무

가. 수치예보업무 현황

미얀마기상청은 수치예보로 WRF모델을 이용하고 있다. WRF모델은 2012년 11월 미얀마 국내 예산으로, ADPC 전문가의 도움을 받아 구축하였다. WRF모델은 지표면 기온 등 지표 변수에 대한 성능이 좋은 편이다. 모델의 수평 해상도는 30 × 30km 이며, 모델 영역은 그림 40과 같이 남북이 북위 5도에서 28.5도, 동서가 동경 80

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

도에서 102도이다. 모델의 예보시간은 +72시간이며, 예보요소는 최저기온, 해면기압, 지상풍과 상층풍, 강수량이다. 입력자료는 자료동화 없이 GFS모델 값을 이용하며, 자체 고성능 PC로 수치 적분 하여, 00UTC에 1일 1회 예보한다. WRF의 출력물은 2013년 1월 15일부터 수문기상국 홈페이지에 게재하고 있다.

WRF모델은 미국 국립대기과학연구센터(NCAR), 미국 국립해양대기청(NOAA), 예보연구소(FSL) 및 다수 대학의 과학자들이 참여하여 공동으로 개발하였고, 대량의 자료를 병렬 처리 가능한 코드로 개발되었다. 소스코드는 현업과 연구에 동시에 적용 가능한 개별 모듈 코드로 유지되며, 다수의 물리식의 적용이 가능하여 향상된 자료동화를 할 수 있다. WRF의 물리식은 미세물리식, 적운 모수화, 행성경계층, 지표면 모델 등을 옵션으로 사용할 수 있다. WRF의 해상도는 수 m에서 수 천 km에 이르는 광범위한 스케일로 모수화된 물리과정 연구, 기후모델링, 대기-해양 접합모델 개발 등 다양한 현상의 적용 및 응용이 가능하여 연구뿐만 아니라 현업용으로도 사용하는 좋은 모델이다.

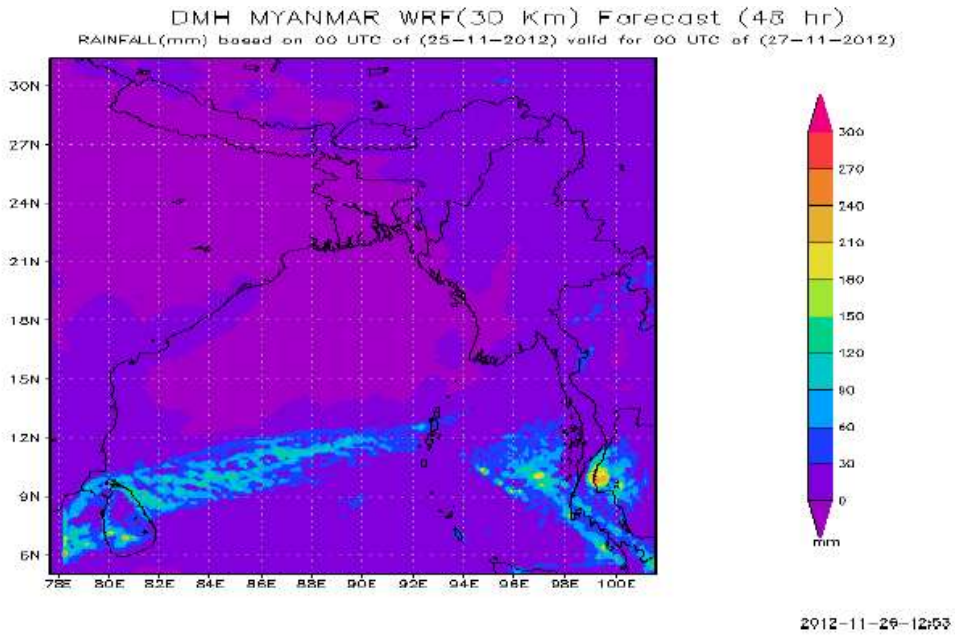


Fig. 40. Domain for WRP model of DMH

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

나. 수치예보의 문제점

(1) 수치예보모델 개발 및 운영

미얀마기상청의 수치예보업무의 문제점은 다음과 같다.

첫째, 선진국의 수치예보센터와 연계성이 없다. 개도국에서 현업용 수치예보 모델을 운영하려면 예보모델 수행을 위한 초기자료, 경계자료를 끊임없이 받아야 하고, 국지적인 수치모델을 운영하며 생길 수 있는 여러 가지 문제점들에 대하여 멘토링을 할 수 있는 선진 수치예보센터와의 링크가 매우 중요하다. 미얀마에서는 그런 것을 찾아볼 수 없다.

둘째, 객관분석 및 자료동화체계가 없다. 미얀마는 미국 NCEP 모델의 격자점 자료를 받아서 객관분석이나 자료동화 없이 모델 운영하고 있다. 수치예보의 정확도는 초기자료의 질에 달려 있고, 초기자료의 질 개선에는 자료동화가 절대적이며, 최소한의 객관분석체계라도 갖추어야 한다.

셋째, 모델 런을 위한 수치예보 인력이 부족하다. 수치예보를 위하여서는 최소한 10~20명의 인력이 필요하다.

넷째, 컴퓨팅파워가 부족하다. 미얀마기상청은 수치예보를 위하여 고성능이 PC를 사용하고 있으나, 고성능이라 할지라도 PC로서는 한계가 있다. 경제성을 고려하여 최소한의 Cluster 서버라도 도입되어야 한다.

Table 29. Problems of numerical weather prediction

구분	내 용
문제점	1. 선진국의 수치예보센터와 연계성이 없다. 2. 객관분석 및 자료동화 체계가 없다. 3. 모델 운영 조직, 인력이 부족하다. 4. 컴퓨팅 파워가 부족하다

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3.4 수문업무

3.4.1 수문기상관측

가. 수문기상관측소 현황

미얀마의 수문업무는 미얀마기상청의 수문국에서 담당하고 있다. 그림 41에 미얀마의 8대 주요 하천과 수문관측소 분포가 나타나있다. 미얀마의 주요 하천은 미얀마의 지리적 특성 때문에 대부분의 강이 북쪽에서 남쪽으로 흐르고 있다.

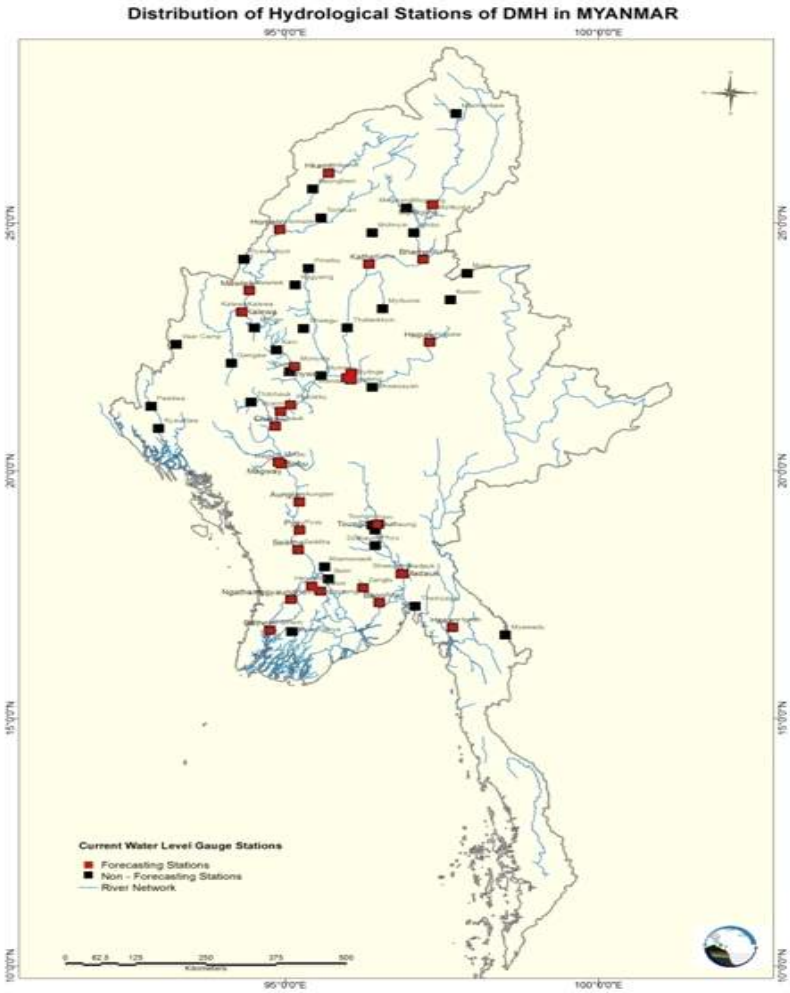


Fig. 41. Water level observation station of major river(Red: Water level forecast station)

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

미얀마기상청은 주요 강을 따라서 전국에 68개소의 수문관측소를 운영하고 있다. 이중 Ayeyarwady 강, Chindwin 강, Thanlwin 강, Sittoung 강, Bago 강, Dokehtawady 강, Shwegyin 강, Ngawun 강의 주요 수문관측소 30개소(그림 41에서 붉은 점)에 대하여서는 수위예보를 하고 있다.

Table 30. No. of water level forecast station along 8 major river

강	관측소 수	강	관측소 수
Ayeyarwady	15	Dokehtawady	2
Chindwin	5	Bago	2
Sittoung	2	Shwegyin	1
Thanlwin	1	Ngawun	2
합계			30

나. 수문기상관측 요소, 관측주기

수문관측소는 수문관측소, 기상/수문관측소, 수위관측소로 구별된다. 표 31에는 기상/수문관측소에서 수행하는 수문관측 내용이 나타나 있다. 이 관측소에서는 기상요소와 수문요소를 매일 정기적으로 관측한다.

Table 31. Elements and period of hydrological observation

구분	관측 요소	관측 주기
기상관측	바람 기온, 습도 강수량 증발량	일 5회 (0630, 0930, 1230, 1530, 1830 LST 단 증발량은 1회)
수문관측	수위 수온 유출량	일 3회(0630, 1230, 1830 LST 단 유출량은 유량곡선/표를 사용하여 계산)

기상관측요소는 풍향풍속, 기온, 습도, 강우량, 증발량이며, 수문요소는 수위, 수온, 유출량이다. 강우량은 0630, 0930, 1230, 1530, 1830 LST 등 하루 5회 관측

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

하고, 수위는 3번 즉 0630, 1230, 1830 LST에 관측한다. 그러나 우기에는 30개소의 수위 예보소에서 우기 기준에 달하면 매시간 관측한다. Bago 수위관측소에서는 수위가 860cm 이상이면 매시관측을 실시한다. Bago 수위관측소의 연중 가장 낮은 수위는 150cm 정도이며, 보통은 500 ~ 600cm이고, 910cm 이상은 위험상황이며, 과거 47년 동안 16번의 경험이 있었다.

다. 수문관측 장비

Bago 수위관측에서 사용되는 관측장비는 강에 그림 42와 같은 수표를 설치하여 목측으로 관측하고 있다.

Fig. 42. Staff water level gauge(Left: Terracing water level datum point, Mid & Right: water level measuring point)

또한 Bago 수문기상관측소에는 그림 43(오른쪽)과 같이 수위자동기록계가 설치되어 있다.

그림 43(왼쪽)은 수위관측용 우물이며, 우물 안에는 우물깊이 측정용 부표가 설치되어 있고 강바닥과 우물 안은 수로로 연결되어 있어서 강의 수위와 우물의 수위가 같은 높이를 유지하도록 설계되어 있다. 우물 위에는 자기기록계가 설치되어 있고, 우물 바닥에 이 기록계와 와이어로 연결된 부이가 설치되어 강의 수위가 변하면 우물 안 부이가 상하로 움직여 시간의 흐름에 따라 수위의 변화 상태가 기록계에 기록된다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Fig. 43. Auto recording water level gauge (Left: Well for auto recording, Right: Water level recorder)

미얀마의 과거 중요한 집중호우 사례는 아래 표 32과 같다.

Table 32. Cases of torrential rainfall in Myanmar

순번	연도	홍수 사건	영향 / 피해
1.	1997	Shwegyin Flood	- inundated 6 wards out of 8 wards in Shwegyin - along the river bank, the flood level raised about - 2 meter above the ground and caused (215) houses washed away in Shwegyin - In Shwegyin township, 8 wards and 26 villages, 1/4 of the areas suffered flood and 504 houses washed away. - The affected population numbered up to (30870). - The flood caused 3 lost of lives, death of 26 cattle - damaged (6050) areas of paddy field.
2.	2001	Wundwin Flash Flood	- 3 quarters and 6 villages in Wundwin Township were affected by flood, including (2259) houses and (10) schools.

(계속)

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

			- (427) Houses and 1 school destroyed ,42 people killed , (226) people missed, (45) Cattle, 1 horse and 128 pigs killed, 1188 acre of rainy season sesame, 554 acre of summer season sesame, 155 acre of summer paddy, 78 acre of pre-monsoon season cotton and 2458 acre of pre-monsoon season pepper destroyed in Wundwin township
3.	2006	Kyangin Flash Flood	Loss of human life - 18, Lost Person - 14, Injured - 1, Affected person - 1992, Damaged building - 417, Damaged Schools - 5 , Inundated paddy field - 5100 acre (Not damage), Damaged Bridge - 4 , Damaged Railroad -1, Total length of damaged rode - 75 feet, Broken Gas Pipeline (at 2 places)
4.	2011	Shwe Chaung Flash Flood	- (161) person died, 5378 Acres damaged, Building 9526 damaged, Population 29751 affected,
5.	1974	River Floods	- Building 35548 damaged, Population 1355922 affected
6.	1997	River Floods	- (243) person died, 3384 livestock died, 89846 houses damaged, Population 525997 affected.
7.	2004	River Floods (all rivers and new records recorded)	- population 49753 affected, Houses 7684 and Agro- Acres 405075 damaged

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

3.4.2 수문기상예보

미얀마기상청은 미얀마의 자연재해 예방을 위한 조기경보와 재해경감의 역할을 수행하고 있다. 1966년 이래 하천 홍수예보와 수위예보 시스템을 운용하고 있으며, 특히 몬순 기간 동안 하천 범람에 의한 홍수해경보가 가장 주요한 수문기상예보이다. 미얀마의 주요 하천 68개소의 수위자료와 강수량이 수집되면, 각 하천에 대한 종합 수위와 자료의 이상치를 분석한 후 단순 단계별 상관법이나 다중회귀식을 이용한 경험식으로 그림 41의 주요 하천 30개소의 수위 관측소에 대한 수위예보를 발표한다.

예보 종류, 발표 주기, 발표 구역 등이 표 33에 나타나 있다.

수문예보는 일, 순, 월, 계절 수위예보와 홍수경보, 저수위경보, 장기 홍수전망 등을 발표한다. 몬순기간동안에는 수문예보는 기상예보와 같이 매일 청장과 관계 직원들이 참여한 예보 토의를 통하여 수위 및 홍수예보를 결정한다.

Table 33. Hydrological forecasts and warnings in Myanmar

예보 종류	예보 주기	예보 구역
일 수위예보	매일	8대 강(30관측소)
순 수위예보	매월 8, 18, 28 일	아예와디강, 친드윈강(20관측소)
월 수위예보	매월 28일	8대 강(30관측소) 아예와디강, 친드윈깅 갈수기(20관측소)
유의 수위정보	몬순 기간 이전	아예와디강, 친드윈강(20관측소)
홍수 경보, 정보	몬순 기간	8대 강(30관측소)
저수위 경보, 정보	갈수기	아예와디강, 친드윈강(7관측소)
계절별 수위 예보		
일반 장기예보	4월 28일	8대 강(30관측소)
몬순 초기 홍수예보	4월 28일	
몬순 중기 홍수예보	6월 28일	
몬순 말기 홍수예보	8월 28일	

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Table 34. Examples of hydrological forecast of DMH

For Daily Water Level Forecast
- River Stage Correlation Method
- Empirical Model (based on single and multiple regression analysis)
- Integrated Flood Analysis System (IFAS)
For Seasonal Water Level Forecast
- Based on flood characteristic occurred in analogue years
- Based on seasonal weather forecast
- Based on comparison of current flow with the individual hydrograph for the last (10) years
- Based on the average flow of the last (10) years
- Based on the flood frequency analysis

3.4.3 조기경보체제

미얀마기상청은 하천 범람이 예상되면 홍수경보를 발령하고 있다. 홍수에 대한 조기경보 체계의 흐름을 보면 그림 44와 같다.

수위관측소의 수위가 위험 수위에 도달하면 관측소에서는 수문과에 통보를 한다. 수문과에서는 하천 수위 예보치와 홍수예보모델의 결과로 침수지역의 홍수 가능성을 토의한다.

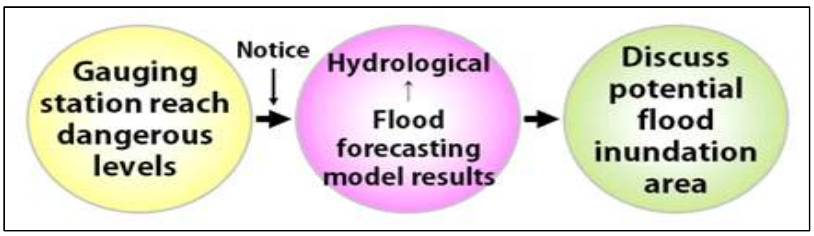


Fig. 44. Flow for hydrological service of DMH

홍수의 가능성이 높으면 청장이 지시하여 홍수예보를 발령하며, 그림 45과 같이 관계기관, TV 등 언론기관, 지방관서 등에 통보하고, 침수지역 주민에 대해 소개를 결정한다. 홍수경보의 선행시간은 아예와디강과 친드윈강 상류지역은 1~3일

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

전, 하류지역 및 다른 강은 4~5일이다.

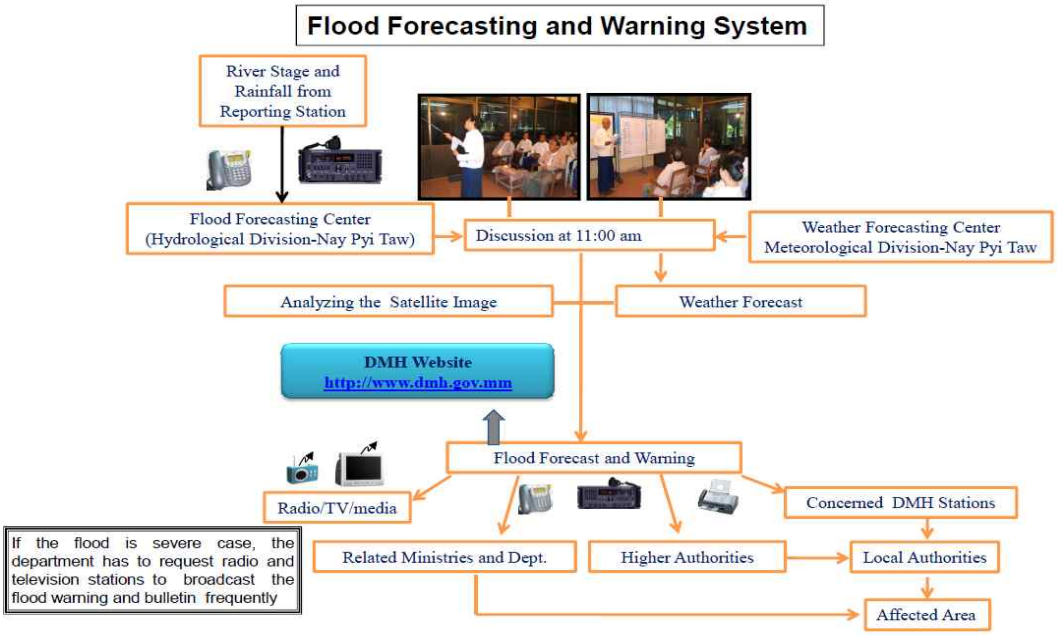


Fig. 45. Flood forecasting and warning system of DMH

3.4.4 수문기상업무의 문제점

미얀마는 국토의 형태가 남북으로 길게 형성되어 있어서 8개의 주요 강과 소하천이 북으로부터 남쪽 방향으로 흐르고 있다. 북쪽이 고지대 남쪽이 저지대로서, 강의 길이가 긴 것이 특징이다. 따라서 긴 강을 따라 많은 재해가 발생되고 있다.

수문기상관측의 문제점은 첫째 관측장비가 매우 노후되어 있고, 관측방법이 수작업으로 이루어지고 있어서 하루에 3번 단속적인 관측을 하고 있다.

둘째 수문정보를 전화, SSB 등으로 비실시간으로 수집하고 있다.

셋째 상류쪽 관측망이 부족하다. 상류쪽의 강수량 수위정보에 의거하여 하류쪽의 홍수예보를 낸다. 따라서 좀 더 정확한 홍수예보를 위하여서는 상류쪽의 관측망 증설, 기상레이더 설치 등이 필요하다.

넷째 홍수예보 모델의 개선이 필요하다. 현재는 경험적 회귀식에 의하여 수위예보를 하고 있어서, 좀 더 정확한 홍수 모델, GIS 에 근거한 침수예보 모델 등의 개발이 필요하다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

다섯째 긴급 경보전달체계가 미비하다. 홍수정보의 방재기관, 조속한 대 국민 전달을 위하여서는 조기경보 체제 구축이 시급하다.

Table 35. Problems of hydrological services of DMH

구 분	내 용
문제점	1. 수문기상관측장비 노후화 및 재래식 수동관측 2. 전화, SSB 등에 의한 비실시간 수집. 3. 상류측 관측망 부족 . 4. 경험적 수문예보 모델 운영 5. 긴급 경보전달체계 미비.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3.5 기상통계 · 기후자료 관리업무

3.5.1 지상기상통계

가. 지상기상통계 현황

미얀마의 지상기상통계는 다음과 같다. 지방의 대표 관측소에서 매일의 기상관측자료를 그림 46과 같은 월간기상기록부 1, 월간기상기록부 2와 포켓지상기상기록부로 작성한다. 월간기상기록부 1은 03UTC와 12UTC 관측자료이고, 월간기상기록부 2는 00UTC와 06UTC 관측 자료이다. 매월 작성된 월간기상기록부는 우편으로 양곤의 남부지방기상청으로 송부한다. 양곤의 자료기록과에서는 기상 1,2급 고급관측자가 수작업으로 QC하여 월별 기후값, 기상연보, 10년 기후값을 작성하여 자체기관 및 정부 각 부처에 배포하고 있다. 또한 월간 기후개요를 미얀마 TV, 미얀마 라디오 등의 미디어를 통해 발표한다.

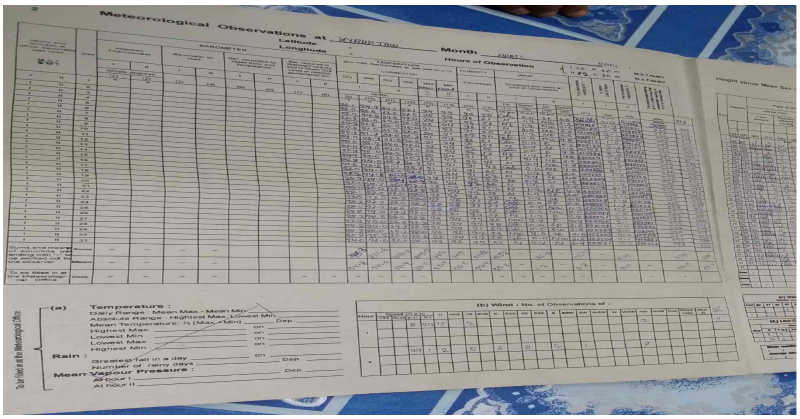


Fig. 46. Monthly meteorological register of DMH

나. 지상기상통계의 문제점

미얀마 기상청의 지상기상통계업무의 문제점은 다음 3가지 사항을 들 수 있다. 첫째는 비실시간으로 자료가 수집되고 있다는 점이다. 수작업으로 관측 기록된 자료들은 한달에 한번씩 우편으로 수집된다.

둘째는 모든 통계자료가 수작업으로 작성된다. 양곤에 수집된 각 관측소의 자료는 입력요원에 의하여 수작업으로 PC에 입력된다.

셋째는 품질관리 활동이 부족하다. 모든 관측기록은 양곤지방청에 있는 자료기

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

록과에 수집된 후 PC에 입력되기 전에 고참 직원에 의하여 수작업으로 품질검사(Quality control)가 이루어진다. 따라서 품질관리 소프트웨어(AQC 프로그램)에 의한 품질검사 만큼 다양한 검사가 불가능하다.

넷째 다양한 기상통계가 불가능하다. 근본적으로 원 통계기록부를 관측자가 장부에 펜으로 기록하여 1개월 후에 자료기록과에 수집된 후에 PC에 입력되기 때문에 시간적으로 지연되고 있다.

다섯째 기상통계자료의 활용이 부진하다. 기상통계자료는 농업, 축산, 수산, 교통 등 모든 산업분야의 정책수립에 사용되는 중요한 국가 정보이다. 그러나 기상통계자료 생산이 늦고 다양하지 못하기 때문에 국가의 모든 분야에서 이용이 부진하다.

Table 36. Problems of meteorological statistics

구 분	내 용
문제점	1. 비실시간 자료 수집 2. 수작업 입력 3. 품질관리 부족 4. 통계의 지연 5. 통계자료의 활용 미비

3.5.2 기후자료관리

가. 기후자료관리 현황

미얀마에서는 기후자료를 일반적으로 40년을 보관한다. 이 중 자기기록지는 없다. 기후자료의 기상요소는 기압, 기온, 습도, 바람, 시정, 구름, 강수량 등이다. 누년기상통계 자료로는 1937 ~ 2010년 기후자료가 수기장부 형태로 양곤지방청에 보관되어 있다. 그 중 1965 ~ 2000년의 30개소의 관측자료를 ASEAN사업에 의해 Excel 양식으로 전산 입력을 완료하였다. 현재는 노르웨이 기상청과 태국에 있는 ADPC(아시아재해대응센터)의 도움으로 CLIMSOFT v2.0 S/W를 이용하여 그림 48과 같이 전산 입력 작업을 수행하고 있다. 입력된 자료의 품질검사는 숙련된 고급 관측자가 수작업으로 이상 자료를 검출하여 원장부와 비교하는 방식으로 진행하고 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Fig. 47. Old paper type climate records archived at Yangon division

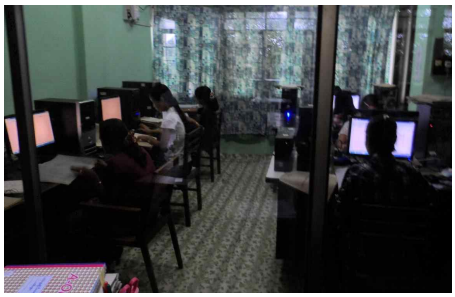


Fig. 48. Manual input of old paper type climate records

나. 기후자료관리 문제점

양곤지방청에 보관 중인 기후자료에는 기압, 기온, 강우량 등의 자기지를 볼 수 없었다. 기상관측 자기기록지는 극값과 그 발생 시각을 분석하는 아주 중요한 관측 자료이다. 미얀마 기상청의 기후자료 관리업무의 문제점으로는 다음 2가지 사항을 들 수 있다.

첫째는 모든 누년자료를 수작업으로 전산 입력하고 있다. 방대한 자료를 수작업으로 자판 입력을 하면 많은 일손이 필요하고, 원장부의 훼손이 불가피하다.

둘째는 필사된 누년 자료에는 오류가 포함될 수 있으며, 입력된 자료에도 필연적으로 오류가 포함되는데 그런 자료의 품질검사를 담당 직원이 일일이 직접 확인하여 오류 검사를 하고 있다.

셋째는 이와 같이 전산 입력된 자료의 DB화 관리체계가 부족하다. 일단 전산 입력이 되었다면, 미얀마 기상청의 전 부서에서 이 기후자료를 원활히 사용할 수 있어야 하나 현실은 그렇지 못하다. DB 시스템화가 되어 있지 않아서 모든 부서에서 원하는 대로 검색, 처리, 분석해서 볼 수 있는 체계가 되어 있지 않다.

Table 37. Problem of Climate Data Management

구 분	내 용
문제점	1. 수작업 입력 2. 품질관리 미흡 3. DB화 관리 체계 부족

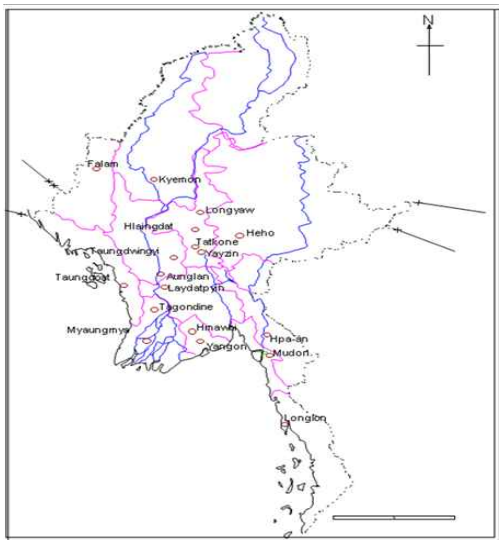
Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3.6 응용기상업무

3.6.1 농업기상업무

미얀마의 주력산업은 농업, 광업, 임업 등 1차 산업이며, GDP에서 농업이 차지하는 비중은 48.8%(2011년)이다. 이와 같은 상황에서 미얀마 기상청은 1970년도에 농업기상계를 신설하였으며, 1983년도에는 농업기상과로 승격시켰다. 현재 미얀마 기상청 내의 농업기상 관련 조직으로는 전국에 17개소의 농업기상관측소와 중앙의 농업기상과가 있다(그림 49). 농업기상과는 양곤지방청에 있다.



No.	States/Divisions	Place	Established Date
1	Kayin	1.Hpa-an	25.2.84
2	Chin	1.Falam	12.3.84
3	Sagaing	1.Kyemon(Monywa)	7.12.73
4	Taninthayi	1.Launglone	15.6.83
5	Bago	1.Laydatpyin	8.8.83
6	Magway	1.Aunglan	12.3.84
		2.Taungdwingyi	11.11.93
7	Mandalay	1.Hlaingdat(Thazi)	4.10.73
		2.Lungyaw(Kyauk Se)	9.11.73
		3.Yezin	31.7.83
		4.Tatkone	9.8.83
8	Mon	1.Mudon	27.3.82
9	Rakhine	1.Taungote	18.7.96
10	Yangon	1.Hmawbi	1.7.73
11	Shan	1.Heho	25.5.79
12	Ayeyarwady	1.Myaungmya	1.7.76
		2.Tagondine(Henzada)	16.10.82
	Total	17	

Fig. 49. Agrometeorological observation network and station list

가. 농업기상관측 현황

농업기상관측은 17개소의 농업기상관측소에서 수행하고 있으며, 관측요소는 기온, 바람, 강수량, 증발량, 일조시간, 깊이별 토양온도 등이다. 관측시각은 00, 03, 06, 09, 12 UTC(06:30, 09:30, 12:30, 15:30, 18:30 LST) 등 하루 5회 관측한다(표 38). 모든 농업기상관측은 수작업으로 수행한다. 그림 50, 51, 52에 농업기상관측장비의 사진이 나타나 있다. 농업기상관측장비는 대부분 노후화 되어 있다. 농업기상관측노장은 잘 정돈 되어 있으나 농사 현장인 논과 밭과는 격리되어 있어서 농지에 대한 대표성은 부족한 것으로 판단된다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 38. Elements and methods of agrometeorological observation

구분	관측요소	관측 시각	관측방법
내용	기온, 풍향, 풍속, 강우량, 증발량, 일조시간, 토양온도(깊이별)	5회/일 (06:30,09:30,12:30, 15:30,18:30 LST)	수동관측

Fig. 50. Observation field of Yezin agrometeorological station

Fig. 51. Thermometer and hygrometer in shelter

Fig. 52. Simon's soil thermometer and bent stem soil thermometer

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Fig. 53. Rain gauge, evaporation pan and Cambell-Stokes sunshine recorder

나. 농업기상예보 및 농업기상서비스 현황

농업기상관측 자료는 매 10일 마다 우편으로 수집한다. 농업기상과에서는 농업기상관측자료와, 기후자료, 중장기 예보자료 등을 바탕으로 매월 3회 농업기상순보를 생산한다. 농업기상순보에는 순별 기상실황, 순별 강수량예측 및 평년비, 다음 순의 잠재증발산량(PET) 등 농업기상 예보 등이 실린다.

이와 같이 생산된 농업기상정보는 미얀마 기상청의 Web 사이트와, 농부잡지(Farmer Journal), 농업잡지(Agricultural Journal) 등에 실려서 농민에게 서비스된다.

Table 39. Contents of agrometeorological information

구분	주관과	농업기상 예보	내용
내용	농업기상과	농업기상순보 3회/월	- 순별 기상실황 - 순별 강수량과 평년비 - 농업기상 예보 (다음 순의 잠재증발산량(PET) 등)

다. 농업기상업무의 문제점

농업기상업무의 문제점은 다음과 같다.

첫째 농업기상관측은 주간에만 수작업으로 시행된다. 이 경우 일별기상관측 통계에 낮 동안의 기상실황만 반영될 것이다. 또한 모든 관측장비가 노후화 되어서 관측자료의 신뢰성이 떨어진다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

둘째 농업기상 관측자료 수집을 우편에 의존한다. 10일마다 우편으로 송부할 경우 실시간 기상관측자료 집계가 불가하다.

셋째 농업관측자료의 통계가 수작업으로 이루어지고 있다.

넷째 전문인력의 부족으로 농사 예찰정보 생산 등은 불가하다. 전문인력의 확보 및 교육 훈련이 절대적으로 필요하다.

Table 40. Problems of agrometeorological service

구분	내 용
문제점	1. 재래식 관측장비로서 수작업으로 주간에만 관측 2. 우편에 의한 비실시간 수집 3. 수작업 통계 4. 농사 예찰정보 생산 불가 5. 전문인력 확보 미흡.

3.6.2 항공기상업무

미얀마의 항공기상업무를 관장하는 조직은 본청의 항공기상과와 양곤의 국제공항기상대 1소와 국내 공항기상관측소 6개소로 구성되어 있다.

가. 항공기상관측 현황

미얀마의 7개 공항기상관측소에서 항공기상관측을 수행하고 있다. 항공기상관측요소는 풍향, 풍속, 기온, 습도, 기압, 현천, 시정, 운고, 강수량 등이다. 양곤국제공항에는 AWOS와 시정계, 운고계가 설치되어 있으나 다른 국내공항에서는 AWS가 설치되어 있고 시정, 운고를 목측한다. 양곤국제공항의 기상관측소에서는 매 30분마다, 다른 국내 공항에서는 매시간 항공기상관측을 한다. 관측결과는 항공기상관측야장에 기록하고, METAR / SPECI 코드로 변환하여 보고하고 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 41. Elements and methods of aviation meteorological observation

관측요소	관측 시각, 보고	관측 장비
풍향, 풍속, 기온, 습도, 기압, 현천, 시정, 운고, 강우량	- 매 30분(양곤), 매시간(국내공항) - METAR / SPECI	- AWOS, 시정, 운고 (양곤) - AWS, 목측 시정 목측 운고 (국내공항)

Fig. 54. Observation field of Yangon airport weather station

Fig. 55. Sig. weather chart received via WAFS terminal

나. 항공기상통신 현황

관측결과는 METAR / SPECI 전문 형태로 AFTN(항공고정통신망)을 통하여 송신한다. AFTN망은 양곤, 만달레이, 네피도 공항에 설치되어 있다. AFTN망이 설치되지

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

않는 4개 국내공항의 관측자료도 양곤에서 전화로 수집하여 AFTN망에 입력한다.

항공기상관측자료 등은 AFTN망을 통하여 교환되지만, 항공기상예보자료는 WAFS (세계항공공역예보시스템) 시스템의 단말기를 통하여 수신한다.

다. 항공기상예보 및 서비스 현황

항공기상예보는 양곤국제공항기상대에서 전국 공항의 항공기상예보를 담담하고 있고, 만달레이공항 만은 자체예보를 내고 있다. 항공기상예보는 24시간 TAF 예보, 이착륙예보, 비행장 경보 등이 있다.

이와 같이 생산된 항공기상정보는 AFTN, Web, 전화, FAX 등을 통하여 항공 유관기관과 항공사에 전달된다.

양곤국제공항의 현업근무자는 5명이 1조를 이루어 3교대로 24시간 근무를 한다.

Table 42. Main task of Yangon International Airport Weather Station

구분	내 용
주요 업무	1. 매 30분 METAR 관측, SPECI 관측 2. 24시간 TAF 예보 3. 비행장 경보(안개, 뇌전, 강풍, 저시정, 집중호우, 싸이크론) 4. 이착륙 예보 5. 악기상예상도 작성 6. 조종사에 대한 기상브리핑

라. 항공기상업무의 문제점

항공기상업무의 문제점은 다음과 같다.

첫째, 관측장비가 매우 노후되어 있다. 양곤공항에는 돌풍 감시를 위한 윈드시어 관측장비의 설치가 필요하다.

둘째, 공항의 항공기상예보를 위해서는 일반 종관기상예보자료의 원활한 수신이 필요하다.

셋째, 항공기상자료 교환을 위한 항공통신망이 부족하다. AFTN망이 설치되지 않은 국내공항에도 조속히 설치되어야 한다.

넷째, 관련 인력이 부족한 실정이다. 시급한 충원과 인력양성이 필요하다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Table 43. Problems of aviation meteorological services

구분	내 용
문제점	1. 국제공항 바람시어관측장비 필요 2. 종관예보자료 수집 부족 3. 항공통신망 미흡 4. 인력 부족

3.6.3 해양기상업무

가. 해양기상업무 현황

미얀마는 해안의 길이가 약 1,200마일의 긴 해안선을 가지고 있으며, 이 해안선을 따라 사이클론, 쓰나미 등으로 인한 심각한 피해를 입고 있다. 이와 같은 인명과 재산피해를 줄이기 위하여, 미얀마 기상청은 2013년 3월에 항공기상과 내에 레이더기상계와 해양기상계를 신설하였다.

미얀마기상청이 자체적으로 설치한 해양기상관측 시설은 없으며, 다만 하와이대학에서 전지구 해수면 높이, 쓰나미, 폭풍해일 감시 등을 위하여 Sittwe와 Mawlamyine에 2소의 조위관측소를 설치하여 운영하고 있을 뿐이다.

Table 44. Status of marine meteorological services

조직	관측소	예보	신설계획
본청 항공기상과 해양/레이더계	조위관측소 2소	일본 STORM 모델 사용	부이 : 5소 해양관측소 : 11소 조위관측소 : 20소

미얀마는 Mala(2006), Nagris(2008), Giri(2010) 등 storm surge 를 동반한 싸이크론의 내습으로 해안지방에서 심각한 피해를 입은 바 있다. 이와 같은 스톰서지 등을 감시하기 위하여 미얀마 해안과 섬 등 11개소의 해양관측소와 20개소의 조위관측소 설치를 계획하고 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

미얀마기상청은 스톰서지를 예보하기 위하여 JMA, IIT, 경험적 모델 등 스톰서지 모델을 도입하여 시험 평가하고 있다.

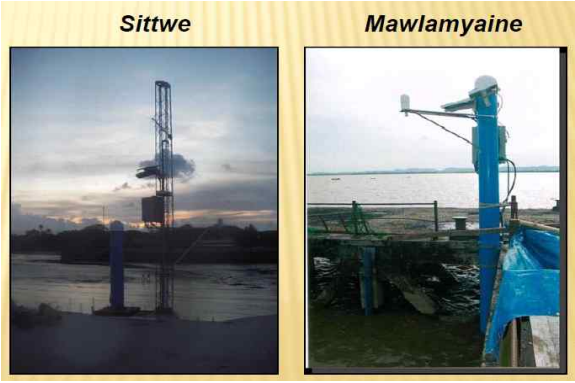


Fig. 56. Tide gauge installed by Hawaii University

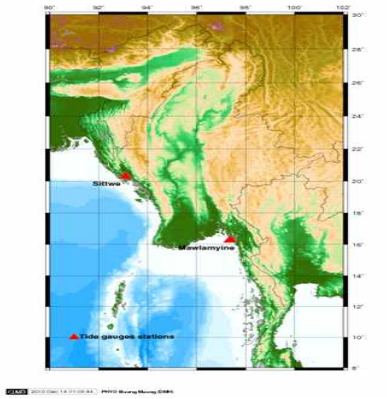


Fig. 57. Marine meteorological observation network

나. 해양기상업무의 문제점

해양기상업무의 문제점은 다음과 같다.

첫째, 해양기상관측 시설의 부재를 들 수 있다. 미얀마는 긴 해안을 가지고 있으나 외국에서 설치한 2개소의 조위관측소가 전부이다.

둘째, 해양파랑예보모델도 없다. 앞으로 수치예보모델의 개발과 더불어 파랑예보모델도 같이 개발해야 할 것이다.

셋째, 해양기상 분야의 인력이 부족하다. 해양기상의 중요성을 감안하여 2013년에 해양기상계를 신설하였으나 아직 해양기상을 전공한 전문가가 없다. 전문인력의 시급한 양성이 필요하다.

Table 45. Problems of marine meteorological services

구 분	내 용
문제점	1. 해양기상관측 시설 부재 2. 해양파랑예보모델 부족 3. 조직, 인력 부족

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3.7 지진업무

3.7.1 지진·쓰나미 업무

그림 58에서 보는 바와 같이 미얀마 주변에는 인도양판과 미얀마판 사이의 섭입대(subduction zone)가 벵갈만 동부를 지나고 있고, 미얀마 내부에도 남북 방향으로 여러 단층대가 있음을 알 수 있다. 이와 같은 상황에서 미얀마는 잦은 지진과 지진해일 영향을 받고 있다.

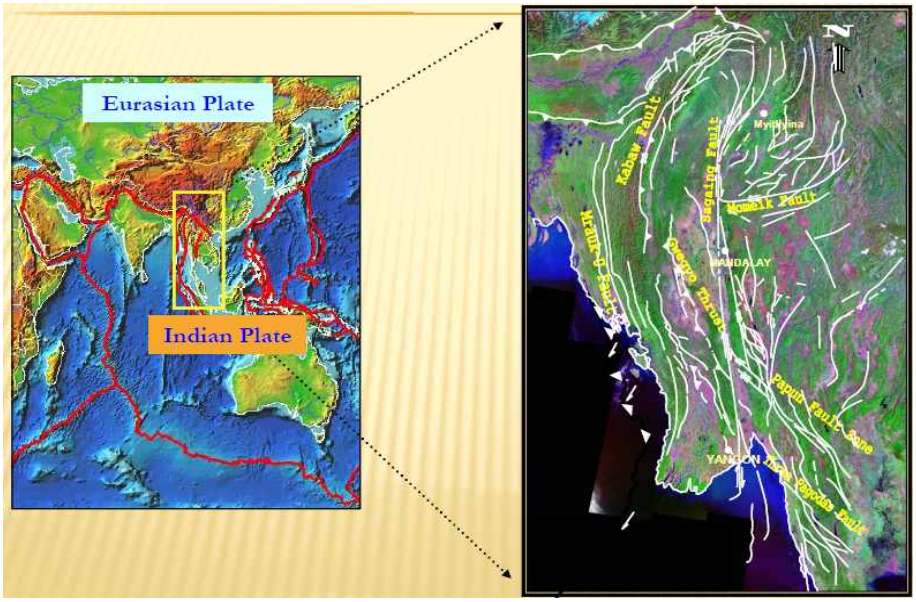


Fig. 58. Crustal structure around Myanmar

가. 지진·쓰나미 관측

미얀마 지진·쓰나미관측망으로는 아날로그 지진계 4소, 가속도계 11소, 광대역 지진계 8소, GPS 관측소 8소, 수위계 2소가 설치되어 있다.

아날로그 지진계는 1963년 UNESCO Project로 Yangon, Mandalay, Sittwe, Dawei에 설치되었다. 이 지진계는 Ink Recorder 방식의 일본의 Katsushima SR-1A 모델(그림 60)이다. 4대의 지진계 중 Sittwe와 Dawei에 설치된 지진계는 고장으로 관측이 중단된 상태이다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 46. Earthquake·tsunami monitoring network and collection methods

관측 장비	대수	관측 장소
아날로그 지진계	4	양곤, 만달레이, 다웨디, 네피도
지진가속도계	11	미찌나,만달레이,모니와,나웅우,메찌라,씨트웨,피야,바고,양곤,파테인, 네피토
광대역지진계	8	양곤,만달레이,파테인,네피도,파안,미찌나,난상,씨트웨
GPS	8	하카,카니,쉐보,세드윈,교표,잉간레,와오,짜짜키토
조위계	2	씨트웨, 말라미인

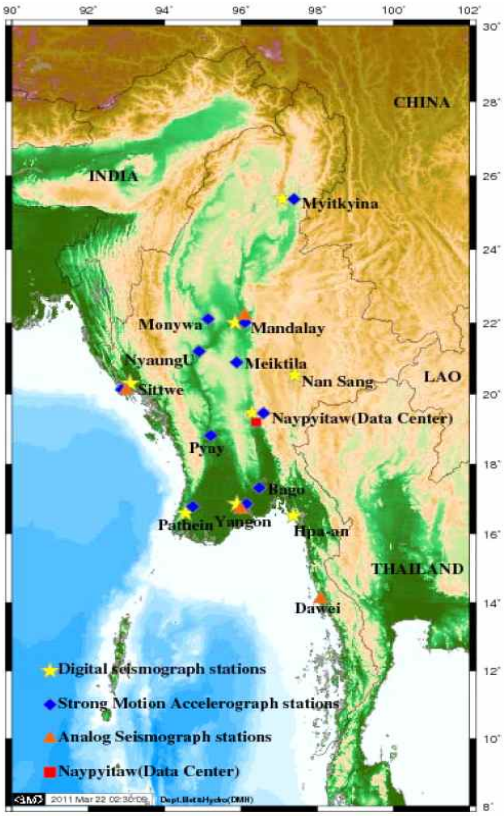


Fig. 59. Seismic observation network of Myanmar (Accelerometer: lozenge, Digital: star, Analog: triangle)

Fig. 60. Analog recorder of earthquake(Katsushima Co.)

Fig. 61. Monitor of accelerometer

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

가속도계 11소는 ODA자금으로 일본국제협력단(JICA)에 의해 설치한 일본 OYO사의 가속도계로서 4대는 고장으로 관측 중단되었고 6소만 현재 운용 중에 있다.

디지털 광대역지진관측소는 2002년 중국의 Yunnan Seismological Bureau(YSB)과 미얀마 공동협력으로 Yangon과 Mandalay 2소에 설치되어 있으나, 현재 이 두 지진계는 고장나 있다. 그 후 2008년 China Earthquake Administration(CEA)가 Myitkyina와 Nansang에 2대의 디지털 광대역지진계를 설치하여 미얀마와 공동으로 사용하고 있다. 2010년 미얀마 정부는 Hpa-an, Pathein, Naypyitaw 3소에 오스트리아 제품의 광대역지진계를 설치하였다. 이중 Hpa-an관측소의 지진계는 고장 상태이다.

GPS관측소는 싱가포르의 지구관측소(EOS)와 공동으로 지각의 움직임을 알기 위하여 Sagang 단층에 직각으로 남쪽 4소, 북쪽 4소, 도합 8소에 설치하여 지각의 움직임을 모니터하고 있다.

조위계는 하와이대학이 미얀마 해안의 지진해일과 폭풍해일을 관측하기 위해 Sittwe와 Mawlamyine 2소에 설치하여 운영하고 있다.

나. 지진 관측자료 수집 및 지진 분석

지진·쓰나미 관측자료 수집체계는 그림 62에 나타나 있다.

아날로그 지진계의 관측자료는 전화로, 가속도계의 관측자료는 ADSL을 통해, 광대역지진계의 자료는 VSAT, ADSL, 인터넷을 통하여 수집하고 있다. 그 외에도 GPS 자료, 조위계 자료도 인터넷으로 수집한다.

미얀마기상청은 2007년부터 네피도에 국가지진자료센터(National Earthquake Data Center, NEDC)를 운영하고 있다. 네피도에 위치한 본청 국가지진자료센터에는 그림 63, 그림 64에 보이는 바와 같이, 지진분석시스템이 설치되어 있어서 지진분석 업무를 수행하고 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

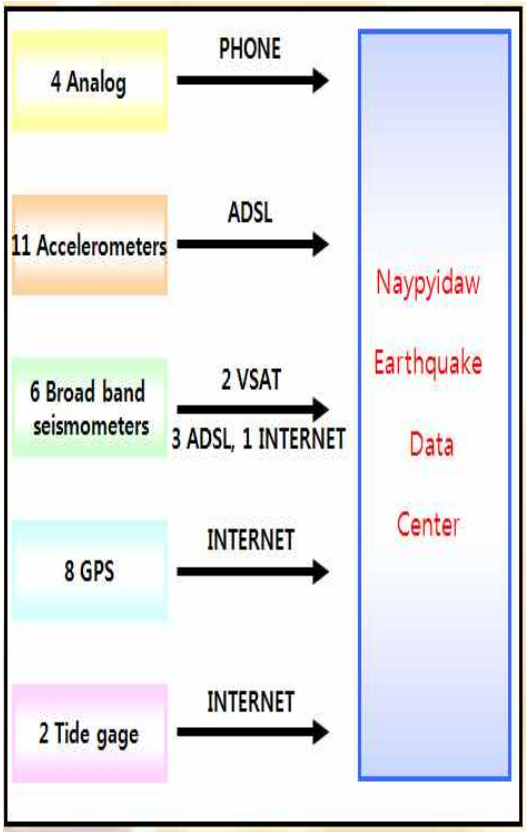


Fig. 62. Aquisition system for earthquake and tsunami observation data

Fig. 63. Analysis system of broad band earthquake observation

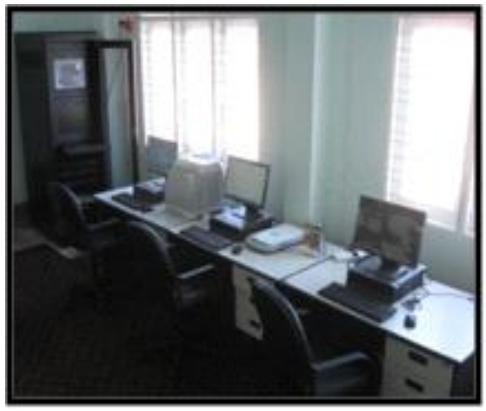


Fig. 64. Analysys system of Earthquake Data Center of DMH

다. 지진해일(Tsunami) 경보체계

지진해일 관측소는 Sittwe와 Mawlamyine 2소에 운영되고 있으며, 그림 65과 같은 Tide gauge가 운영되고 있다.

지진해일(Tsunami) 경보체계는 그림 66에 보이는 바와 같이 지역쓰나미경보센터(RTSP) 등으로부터 이메일, FAX 등으로 쓰나미 경보를 받아서 자체, 정부기관, 언론기관 등에 조속히 통보한다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Station	Location		System
	Latitude (N)	Longitude (E)	
Sittwe	20.08	92.53	Tide gage
Mawlamyine	15.88	96.11	Tide gage

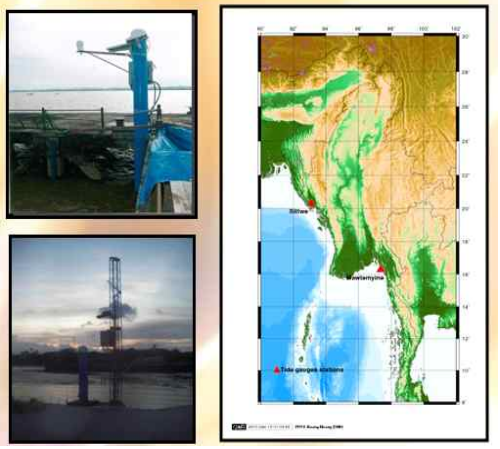


Fig. 65. Tide observation network

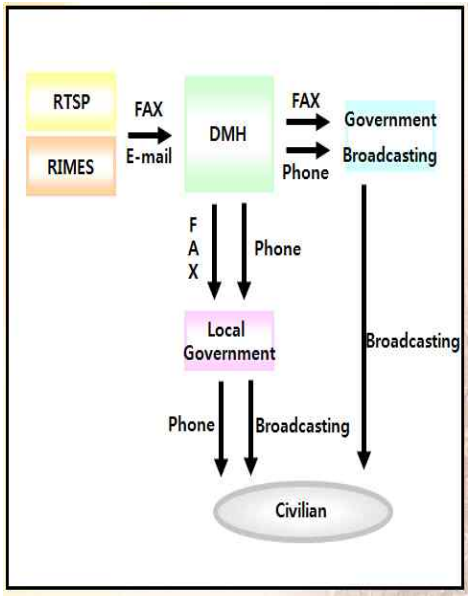


Fig. 66. Flow diagram of tsunami warning

라. 지진·쓰나미 업무 문제점

지진·쓰나미업무의 문제점은 다음과 같다.

첫째, 지진·쓰나미 관측망이 절대적으로 부족하다. 관측장비도 노후되어 대부분 가동 중단된 상태이다.

둘째, 실시간 분석시스템 부재로 조기분석이 불가능하다.

셋째로 지진·쓰나미 실시간 통보체제 즉, 조기경보 시스템이 없다.

넷째로 지진장비의 유지보수 등을 위한 전문인력이 부족하다.

Table 47. Problems of Earthquake and Tsunami service

구 분	내 용
문제점	1. 지진 및 쓰나미 관측망 부족. 2. 실시간 분석체계 부재로 조기분석 불가능. 3. 지진 및 지진해일 실시간 통보체계 부재. 4. 지진장비 유지보수 전문인력 부족.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3.8 선진사례분석

선진화된 기상시스템으로는 미국, 영국, 일본 등의 기상시스템을 들 수 있겠으나 이러한 국가들의 기상시스템의 특징은 기상관측시스템, 기상예보시스템이 먼저 발전하여 구축되고 그 후에 정보통신망으로 연결되어 콤팩트하지 못하다.

반면에 한국의 기상시스템은 처음부터 정보화시스템에 의하여 하나의 통합시스템으로 연결하는 것을 염두에 두고 기상관측시스템, 기상예보시스템 등을 구축하였고, 나아가서 현재 모든 기상장비 혹은 시스템이 정보화 기술에 의하여 하나의 종합시스템으로 Integration 되어 있다. 처음부터 이러한 개념을 가지고 구축한 시스템은 한국 KMA의 종합기상정보시스템 "COMIS"가 세계 유일의 시스템이다.

한국 KMA의 기상관측은 81개소의 ASOS, 471개소의 AWS, 5개소의 고층관측, 9개소의 윈드프로파일러, 9개소의 해양관측부이, 27개소의 파랑관측부이, 1척의 기상관측선박, 10개소의 기상레이더, 21개소의 낙뢰관측, 13소의 항공기상관측, 1개의 정지기상위성 등 3차원 상시기상감시망을 형성하고 있으며, 이 시스템 들이 모두 정보통신망으로 연결되어 실시간으로 자료가 수집되고 있다.

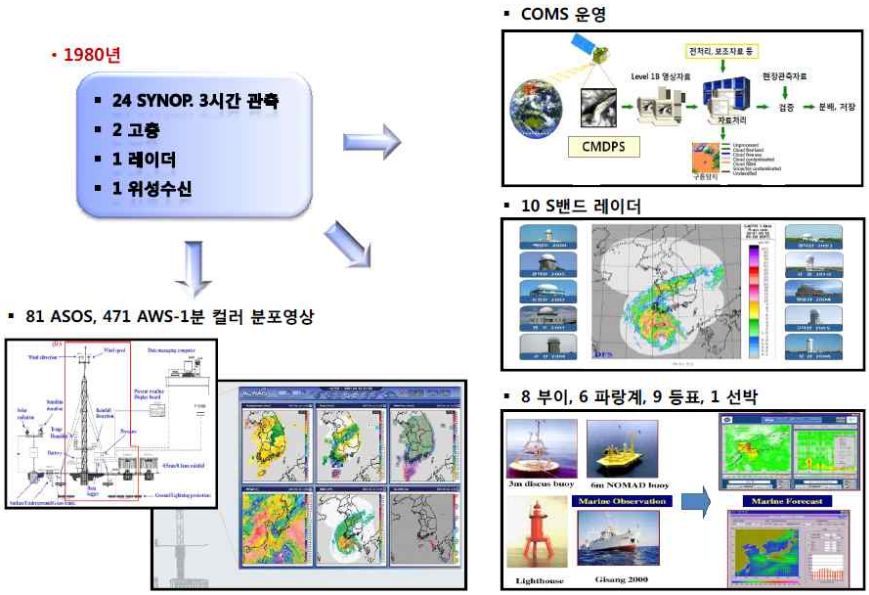


Fig. 67. Case for modernization of met. observation system of KMA

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

예보시스템은 수퍼컴에 의하여 전지구모델과 지역모델을 운영되고 있으며, 이를 근거로 5kmx5km의 상세한 격자망 디지털예보가 시행되고 있다.

통신시스템은 초고속 통신 미디어에 의한 국내 기상자료통신망과 국제기상자료통신망을 이룩하기 위한 충분한 속도와 용량을 제공하는 통신인프라를 갖추고 있다. ICT 기술을 바탕으로 모든 기상장비, 시스템을 하나의 시스템으로 통합하는 종합기상정보시스템을 구축되었으며, 이에 근거하여 WMO가 추진하는 WIS 체계에서 세계센터(GISC 서울)가 운영되고 있다.

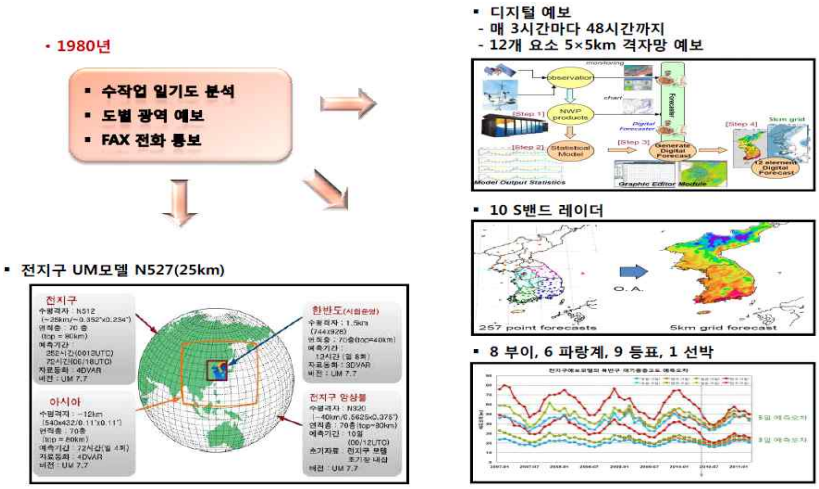


Fig. 68. Case for modernization of met. forecast system of KMA

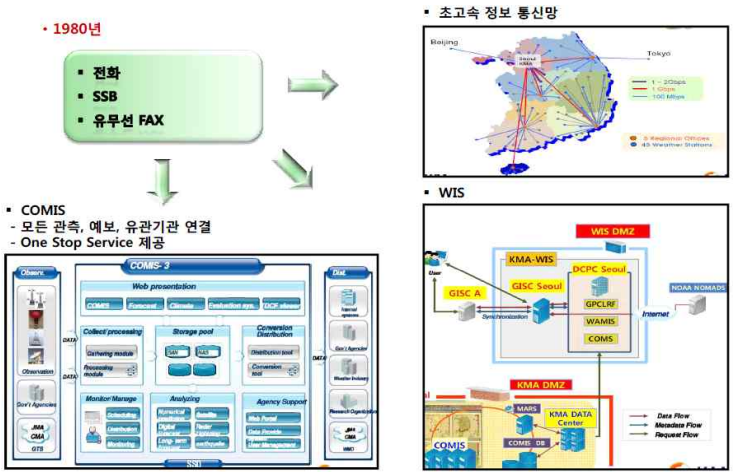


Fig. 69. Case for modernization of ICT system of KMA

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3.9 이슈 및 개선방향성 도출

앞에서 살펴본 바와 같이 미얀마는 열대몬순지역으로 연중 계절풍에 따라서 싸이클론, 집중호우, 뇌우, 홍수, 한발 등의 기상재해를 입고 있으나, 미얀마기상청의 업무환경은 예산부족, 인력부족, 시설장비의 부족 및 노후화 되어 있다. 기상관측, 통신, 예보, 통계, 기후자료관리, 수문기상 등 모든 기상업무는 수작업, 단속적으로 관측되고 있고, 제한적인 범위 내에서 지연 처리되고 있다. 자연재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호할 수 있도록 고품질 기상수문정보는 제공하지 못하고 있다.

미얀마기상청의 기상업무 개선방향성은 인력 부족, 시설장비 노후화 등을 극복하여, 고품질 기상정보서비스를 제공할 수 있는 방향으로 업무를 개선하는데 초점을 맞추어야 한다. 이와 같이 하기 위하여서는 모든 기상업무를 자동화, 전산화하여 인력 부족 및 제한적 업무처리 등의 문제를 해결하고, 실시간 연속감시 및 대처가 가능하도록 하여 전 국민이 자연재해에 대한 대비가 가능하도록 하는데 중점을 두어야 한다.

미래모형 설계에서는 이와 같은 개선방향성에 맞추어서 각 업무별로 상세한 개선방향과 개선대책을 제시하였다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

제4장 미얀마 기상업무의 미래모형 설계

4.1 기상관측업무

4.1.1 지상기상관측업무

가. 개선방향

수작업으로 단속적으로 수행하던 지상기상관측업무의 자동화를 위하여 자동기상관측장비를 도입·설치하여 연속적인 기상관측 체제로 전환한다. 관측자료의 실시간 수집체계를 구축과 자동품질관리체계(AQC)의 도입을 병행한다. 열악한 기상관측환경은 WMO가 권장하는 표준화 수준으로 끌어 올린다. 관측자료의 정확도를 개선하기 위하여 기상측기 검정 체계를 도입한다.

자동기상관측장비 자동화는 저전력 기상관측장비를 도입하며, 전기 통신 여건에 맞게 단계적 자동화를 추진한다.

- 자동관측 요소 : 매 1분 단위 자동관측(기온, 습도, 강우량, 풍향풍속, 기압 등)

(단, 수동관측 요소(시정, 구름, 기상현상 등) : 매 3시간 수작업 입력)

Table 48. Improvement direction for surface observation

구분	내 용
개선방향	1. 관측 자동화 2. 실시간 수집체계 구축 3. 자동품질관리 4. 관측환경 표준화 5. 기상측기 검정 및 정비보수 체계 도입

나. 개선대책

첫째, 지상기상관측 자동화는 종관관측소급 49소에는 AWOS를, 일반관측소급 48소에는 AWS를 설치한다.

둘째, 전 관서 자동기상관측자료의 실시간 수집체계를 구축한다. 수집 주기는 최소한 5분을 초과하지 않게 한다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

셋째, 자동품질관리(AQC) 체계를 구축한다. AQC 소프트웨어를 도입하여 1분 단위로 관측되는 수많은 관측자료를 자동적으로 품질관리를 한다.

넷째, 관측소 관측환경을 WMO가 권장하는 수준으로 표준화 하도록 추진한다.

다섯째, 검교정 장비를 도입하여 기상장비의 주기적인 검정체계를 확립한다.

Table 49. Improvement measures for surface observation

구 분	내 용
관측 자동화	AWOS 49소 AWS 48소, 1분 관측
실시간 수집체계화	전 관서 관측자료 5분 수집 체계 구축
자동품질관리	AQC 프로그램의 도입
관측환경 개선	WMO 관측환경 표준화
검교정 강화	검교정장비 도입 5종

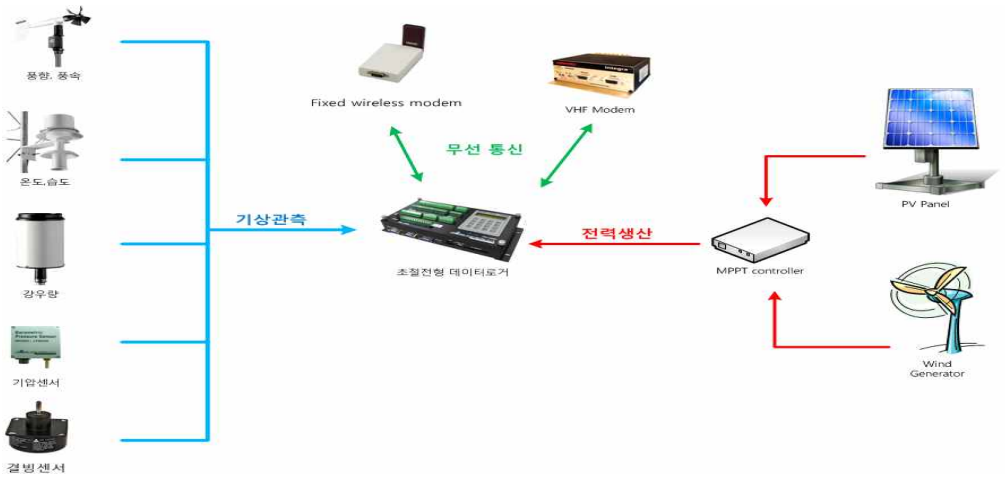


Fig. 70. Block Diagram of automatic weather station(AWS)

4.1.2 고층기상관측업무

가. 개선방향

미얀마의 고층기상관측 업무는 과거 관측을 수행했던 8개소의 관측을 재개하는 방향으로 추진한다. 가급적 공항기상관측소를 위주로 라디오존데가 소비되지 않는 첨단장비인 윈드프로파일러와 라디오미터를 도입 설치한다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

라디오존데관측소의 소모품 공급은 동일제품을 장기적 안정적으로 공급할 수 있도록 공급을 정규화하며, 전국에서 사용되는 소모품을 한국에서 일정기간 무상원조를 협의 추진하고, 일정기간 후 주변국(한·중·일·러·미얀마) 등이 고층관측소 운영을 분담토록 협의·추진을 제안한다.

Table 50. Improvement direction for upper air observation

구분	내 용
개선방향	1. 중지 상태에 있던 고층관측 재개 (인접국 소모품 분담협의 등) 2. 원격 연속관측망(윈드프로파일러) 구축

나. 개선대책

첫째, 과거 고층기상관측을 수행하던 8개소의 고층기상관측을 재개하는 방향으로 추진한다.

둘째, 소모품인 라디오존데 공급은 일정기간 무상원조를 추진하고, 일정기간 경과 후 유상원조로 전환하거나, 주변국(한·중·일·러·태) 등에서 고층관측소운영을 분담토록 협의 추진하며, 수신장비는 존데공급사에서 무상제공토록 협의 추진한다.

셋째, 7개 공항관측소에는 소모품이 필요 없고 연속관측이 가능한 윈드프로파일러(상층의 풍향풍속과 온습도를 연속관측)와 라디오미터 관측을 병행한다.

Table 51. Improvement measures for upper air observation

항 목	주 요 내 용
기존 관측소 개선	라다오존데관측소(8소) 수신장비 교체
존데 확보	주변국 소모품 공급 분담
신설관측소	윈드프로파일러 및 라디오미터 단계적 증설(7소)

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

4.1.3 기상레이더관측업무

가. 개선방향

쩍퓨, 양곤, 만달레이 3개소에 일본의 원조로 S-band 기상레이더관측소 구축 사업을 추진 중에 있다(그림 71). 그러나 그림에서 보는 바와 같이 이 3소의 레이더 관측망으로는 미얀마 전역을 커버하지 못한다. 따라서 미얀마 전 국토를 감시할 수 있도록 레이더 관측망을 증설할 필요가 있다.

이를 위하여서는 북부, 서부, 동부, 남부 등에 4개의 S-band 레이더를 증설하여야 한다. 단계별 레이더-AWS 강수 감시체계를 구축하여 하절기 수계별 수문기상업무에 적극 활용한다.

Ayeyarwady강을 비롯하여 주요 강의 유역별 강수 집수구역 내의 AWS 관측값과 레이더관측값을 합성하는 자료합성시스템을 개발하여 관할예보구역의 위험기상을 집중 감시한다.

Table 52. Improvement direction for weather radar observation

구 분	내 용
개선방향	1. 전 국토를 커버하는 관측망 구축 2. 중앙 수집 및 분석체계 구성 3. Radar - AWS 자료 영상합성체계 구축

나. 개선대책

첫째, 일본의 원조로 기 추진되고 있는 S-band 레이더관측소 3소(Kyaauk Phyu, Yangon, Mandalay)와 연계하여, 북부, 서부, 동부, 남부에 추가적으로 4개의 S-band 레이더감시망을 연차적으로 구축한다.

둘째, 네피도에 Radar센터를 구축하고, 전국의 레이더 영상 실시간 수집체계를 구축한다.

셋째, 수집된 각 레이더 영상의 합성영상화 소프트웨어를 개발한다.

넷째, 주요 강별 집수구역 내의 AWS 관측값과 레이더 영상자료 합성시스템을 개발하여 수계별 레이더-AWS 면적우량 감시체계를 구축한다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

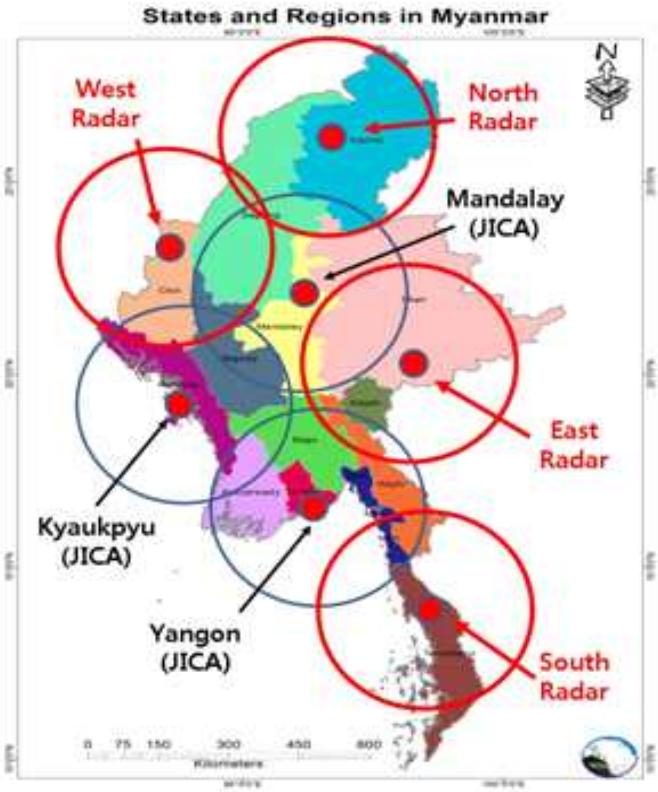


Fig. 71. Expansion plan for weather radar

Table 53. Improvement measures for weather radar observation

항 목	주 요 내 용
S-band 레이더망	북부, 서부, 남부, 동부 4소 추가 신설
중앙 수집체계 구성	네피도 레이더 센터 구축, 실시간 수집체계 구축
영상합성	영상합성 소프트웨어 개발
수계별 C-band우량감시망	3개 주요시, 주요 강 면적우량감시체계 구축

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

4.1.4 기상위성관측업무

가. 개선방향

미얀마의 정지기상위성 수신업무는 천리안위성(COMS)과 MTSAT-2의 복수 정지기상위성수신체계를 구축한다. 네피도에 천리안 중규모수신시스템(MDUS)을 확보하여 매 15분 단위 수신체계를 수립하여 다양하고 신속한 기상위성정보를 입수한다.

예보관서에서 수신된 위성영상을 분석하여 볼 수 있는 위성자료 공유체계를 구축한다.

또한, 한국 KOICA 교육과정을 활용하여 기상위성자료 분석기술 교육을 추진한다.

Table 54. Improvement direction for meteorological satellite observation

구 분	내 용
개선방향	1. COMS등 인근 위성 수신 관측망 구축 2. 위성자료 분석, 공유체계 구축 3. 위성자료분석 인력 양성

천리안위성(COMS)자료는 고속전송자료(HRIT))와 저속전송자료(LRIT) 형태로 변환된다. 변환된 Level 1B 자료는 다시 수신시스템(M/SDUS)을 활용하고 있는 사용자에게 천리안위성을 통해 제공된다.

천리안위성자료는 아시아 태평양 지역 30여 개국에서 수신 가능하다. COMS 기상관측자료(level 1B)와 부가 입력자료를 이용하여 그림 72의 처리과정을 거치면 16종의 기상요소(level 2)를 산출할 수 있다. 또한 기상관측자료의 검정 및 산출 기상요소에 대한 검증결과를 제공함으로써 자료의 품질관리를 지원하고 있다. 천리안위성 관측자료에서 산출된 구름분석, 안개, 강우강도, 일사량, 해수면온도, 황사탐지, 에어로졸 광학두께 등의 기상분석 자료를 예보관에게 제공하면 예보정확도가 향상될 수 있다. 또 장기간에 걸쳐 산출된 자료는 기후변화 연구와 감시에 유용하게 활용될 수 있다.

극궤도위성은 해발 약 850km 고도에서 지구의 경도선을 따라 남북으로 회전하는 위성에서 탐지한 자료를 수신하는 것으로서 미얀마의 지리적 특성상 2개소의 수신

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

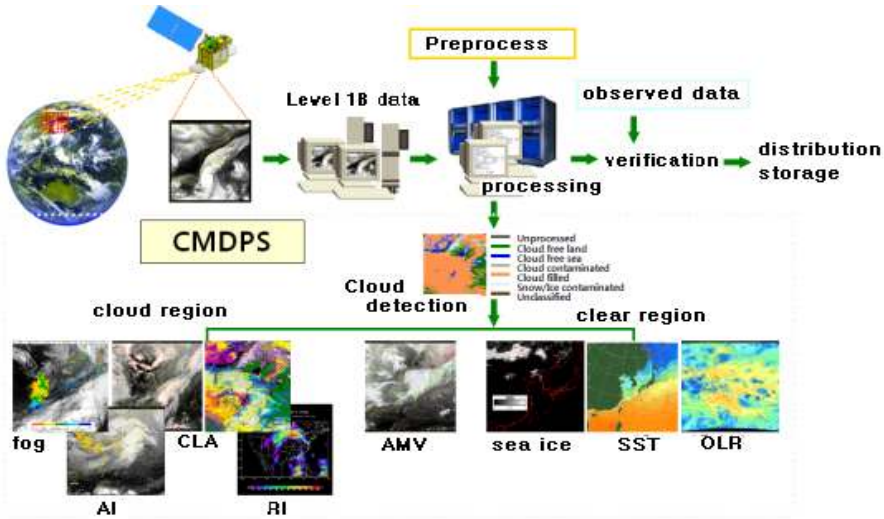


Fig. 72. production process of met. elements from COMS satellite data

소가 필요하다. 아울러 KOICA 교육과정을 활용하여 분석요원의 분석기술교육을 실시하고, 분석교재를 제작 발간하여 기상위성업무의 전반적인 기술향상에 기여하도록 한다.

나. 개선대책

네피도에 한국의 천리안위성 수신장비(MDUS)를 설치하여 일본의 MTSAT과 복수 정지궤도위성 수신체계로 중단 없는 위성정보를 얻을 수 있도록 개선한다.

극궤도위성 수신은 미얀마 동부와 서부에 각각 수신소를 설치하여 극궤도위성의 수신을 강화하고, 극궤도위성자료 합성 및 분석기능을 보강한다.

KOICA 교육과정을 활용 분석요원의 분석기술교육을 실시하고, 분석교제를 제작 발간하여 기상위성업무의 전반적이 기술향상에 기여 하도록 한다.

Table 55. Improvement measures for meteorological satellite observation

항 목	주 요 내 용
정지궤도위성 수신	한국의 천리안위성(COMS) 직접 수신
극궤도위성 수신	극궤도위성 수신
전문인력 양성	KOICA, 위성 분석기술교육 추진

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

4.1.5 기상측기 검정업무

가. 개선방향

기상관측자료의 정확도를 유지하기 위하여서는 기상측기 검·교정체계가 갖추어져야한다. 이를 위해서는 검·교정 시설과 검·교정장비 및 기준기를 확보하고 검·교정 전문인력 확보가 선행되어야 한다. 기상요소별 기준기는 국가표준, 지역표준기와 추적성을 유지해야 한다.

자동기상관측장비 등 기상관측장비도입 시 Data 표준 Format을 설정하여 관측자료의 표준화를 추진해야 한다.

기상측기 검·교정 시설은 네피도에 있는 기상청 본부에 중심을 두고 양곤이나 만달레이 등 주요 지역별 지역센터를 운영하여 기상관측장비의 꾸준한 검·교정관리가 이루어져야 한다.

Table 56. Improvement direction for instrument test and calibration

구 분	내 용
개선대책	1. 기상계측기 검·교정체계 구축 - 기상청 본부에 정규 검·교정시설 및 검·교정요원 확보 - 이동식 검·교정장비 및 검·교정요원 확보 2. 검·교정 기준기 확보 및 검·교정체계 구축 - 국가표준원과 유기적 체계 3. 자동기상관측장비 도입 시 표준 Format 설정 후 도입

나. 개선대책

기상관측기는 도입설치 후 일정 기간이 경과하면 관측의 오차가 발생하게 되므로 관측의 정확도 유지를 위해 검·교정체계를 구축한다. 1단계로 기상청 본부에 정규 검·교정 시설과 검·교정 인력을 확보하고, 이동식 검·교정 시설과 검·교정요원을 본부 및 주요 지방청에 확보하여 주기적인 검·교정을 실시한다. 기상장비 도입 시 이동식 검·교정장비를 함께 도입토록 Order하며, 정규검정시설 및 장비는 연차적 단계적으로 확보 추진한다.

미얀마의 기상관측 정확도 유지 및 향상을 위해 표 57과 같이 검·교정 장비 및

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

시설을 단계적으로 확충한다. 기상장비 유지보수를 위한 maintenance 장비 및 시설을 확보하고, Oscilloscope, RF frequency generator 등의 장비 및 고급 정비요원 확보를 추진한다.

Table 57. Improvement measures for instrument test and calibration

항 목	주 요 내 용
정규 검·교정 체계 구축 (본청)	온·습도검정기(챔버식), 기압검정기, 우량검정기, 풍동장비 및 시설
이동 검·교정 체계 구축 (본청, 남부 지방청, 북부 지방청)	이동식 검정장비, 검정조직 구성

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

4.2 기상통신업무

4.2.1 국제기상통신

가. 개선방향

국제기상통신분야의 개선방향으로는 다음 2가지 방안을 들 수 있다.

첫째는 국제 인터넷 회선속도와 품질을 향상시키는 것이다. 국제 인터넷 통신 속도 향상 및 품질 개선은 미얀마에서 유일하게 통신 서비스를 담당하고 있는 기관인 MPT(Myanmar Posts and Telecommunications)와 협의하여 네피도-뉴델리, 네피도-방콕 간의 GTS 회선을 고속화 하는 수밖에 없다.

둘째는 WMO가 추진하는 새로운 디지털 세계기상통신체계인 WIS 체계를 구축하는 것이다. WMO WIS 체계 구축은 한국기상청과 협력하여 GISC서울과 연결하는 네피도 NC를 구축하는 것이다. 한국기상청은 2013년에 WMO로부터 GISC서울을 인가 받아 운영하고 있으나 아직은 GISC서울에 연결되어 있는 NC가 한국기상청 한 곳 뿐이어서 GISC 서울에 연결할 NC를 적극적으로 유치하고 있는 상황이다. 미얀마기상청이 GISC서울에 연결하게 된다면 국제기상자료의 수집 한계성의 문제는 해결될 것이다 (그림 73 참조).

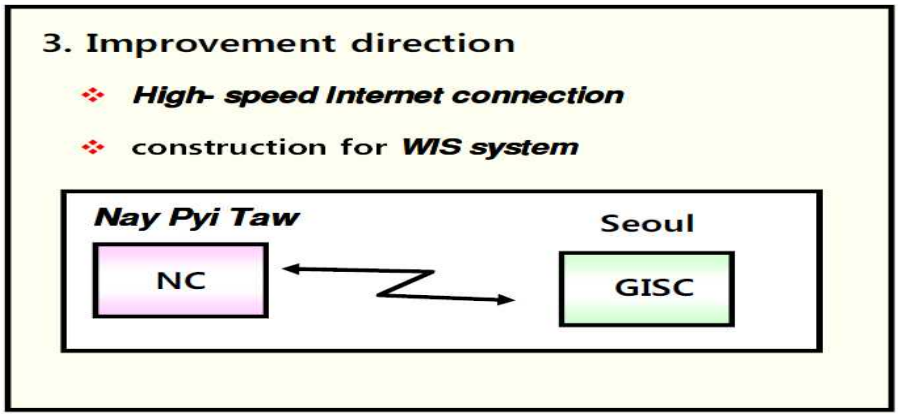


Fig. 73. Improvement direction for international met. communication

나. 개선대책

표 58에 국제기상통신망 개선대책을 정리하였다.

첫째가 네피도-방콕, 네피도-뉴델리 간 GTS 망의 고속화이다. 이를 위하여서는

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

고속통신회선 청약, 메시지스위칭용 서버 구입, 메시지스위칭 소프트웨어 개발이 필요하다.

둘째, GISC서울에 연결하는 WMO 의 WIS 체계 구축을 위하여 네피도 NC에 서버 구입, 고속 인터넷 연결, NC용 소프트웨어 개발 등이 필요하다.

Table 58. Improvement measures for international met. telecommunication

항 목	주 요 내 용
국제 고속인터넷 연결	네피도-방콕, 네피도-뉴델리 고속 인터넷 연결 메시지스위칭시스템 개발
네피도 NC 구축	네피도 NC용 서버구입, 고속 인터넷 통신망 구축 NC용 자료수집, 처리, 분석 소프트웨어 개발

4.2.2 국내기상통신

가. 개선방향

미얀마기상청의 국내기상통신업무의 개선방향으로는 다음 2가지 사항을 들 수 있겠다. 첫째는 전 관서에 컴퓨터에 의한 전산통신망을 연결하여 기상자료의 실시간 수집 분배체계를 구축하는 것이다. 이것이야 말로 기상재해의 주범인 위험기상 모니터에 필수적인 사항이다.

둘째는 컴퓨터 통신체계에 의한 그림, 영상자료의 분배체계를 확립하는 것이다. 이와 같은 대량자료 통신이 가능할 때 비로소 국지기상감시예보체제의 구축이 가능해진다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

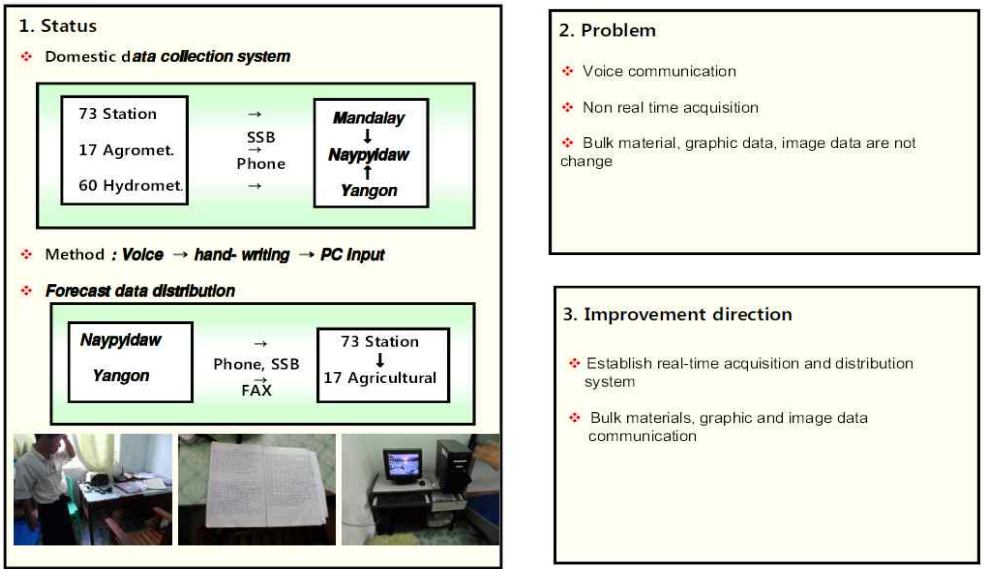


Fig. 74. Problem and improvement direction for domestic met. communication

나. 개선대책

표 59에 국내기상통신망 개선대책을 제시하였다.

첫째, 지방의 관측소와 지역 기상자료 수집센터 간 기상관측자료 수집용 중속 온라인망 연결이다.

둘째, 네피도 본청과 지역예보센터 간 대용량 기상자료, 동영상 기상자료 분배를 위한 고속 온라인망 연결이다.

Table 59. Improvement measures for domestic met. telecommunication

항 목	주 요 내 용
전 관서 온라인망 연결	97 기상관측소, 67 수문관측소, 17 농업관측소, 14 지진관측소와 지역수집센터 간 중속 온라인망 연결
대용량 영상자료 분배망 구축	네피도 본청과 지방 예보센터간 고속 온라인망 연결

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

4.2.3 기상업무 전산화

가. 개선방향

미얀마기상청 정보통신 전산업무의 개선방향은 다음과 같이 4가지 사항을 들 수 있다. 첫째, 충분한 수의 PC 보급 및 이를 온라인으로 연결해주는 전국적 인트라넷의 구성이다.

둘째, 본청에 모든 기상자료를 수집, 분석, 생산, 분배 등의 기능을 수행할 수 있는 충분한 용량의 종합서버를 도입하는 것이다.

셋째, 이 종합서버 내에서 각종 기상자료를 수집, 분석, 생산, 분배 등의 기능을 수행할 수 있는 S/W 종합기상정보시스템을 개발하는 것이다. 이 소프트웨어는 선진국에서 운영되고 있는 종합기상정비시스템을 도입하여 미얀마 사정에 맞도록 튜닝 및 개발해야 할 것이다. 넷째, 이와 같은 모든 자료를 모아 종합적으로 관리하는 기상자료 DB 및 이의 관리시스템을 구축하는 것이다.

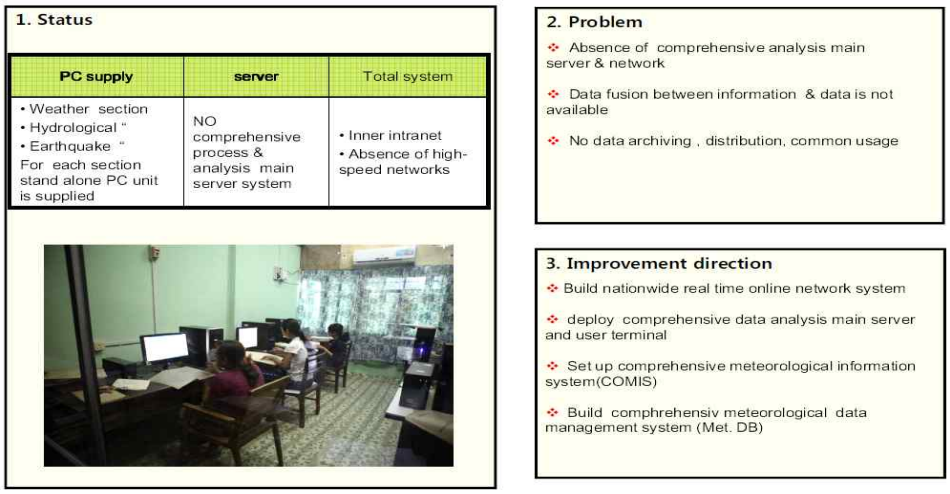


Fig. 75. Problem and improvement direction for computerization of met. service

나. 개선대책

표 60에 기상업무 전산화 개선대책을 제시하였다.

첫째, 전국 각 관측소 및 부서에 필요한 PC의 보급 및 LAN을 구축하고 이를 통신망에 연결하여 전국적 인트라넷을 구성하는 것이며,

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

둘째, 네피도 본청에 종합기상정보시스템용 fault tolerant형 서버를 구축하는 것이고,

셋째, 이 서버에서 운영될 종합기상정보시스템 소프트웨어를 개발하는 것이다.

넷째, 기상정보 DB를 위한 대용량 스토리지와 DBMS 시스템을 도입하는 것이다.

Table 60. Improvement measures for computerization of met. services

항 목	주 요 내 용
전국 인트라넷 구성	전 관측소 및 부서 PC 보급 전부서 LAN 구축, 인트라넷 구성
종합기상정보시스템 서버 구축	Fault tolerant 서버 시스템 구축
종합기상정보시스템 소프트웨어 개발	종합기상정보시스템 소프트웨어 개발
기상자료 DB 구축	대용량 스토리지 및 DBMS 구축

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

4.3 기상예보업무

4.3.1 일반예보업무

가. 개선방향

미얀마기상청의 기상예보업무의 개선방향은 다음 6가지로 요약할 수 있다.

첫째, 기상예보를 위한 자료를 절대적으로 확대해야 한다. 현재의 저속 GTS 회선이나 인터넷으로 수집하는 방법으로는 그 양이 제한적일 수밖에 없다. 앞의 기상통신 부분에서 언급한 바와 같이, WIS 체계에 합류하여 예보를 위한 자료 수집량을 획기적으로 늘릴 필요가 잇다.

둘째, 현재 수작업으로 작성하는 실황일기도 분석 작업을 컴퓨터에 의한 자동작성 체계로 개선해야 한다.

셋째, 객관예보 체제 및 예보평가 제도를 도입해야 한다. WebFAS 등과 같은 예보 분석 도구의 도입은 예보관이 대기 구조를 진단하는 유용한 도구로 쓰인다. 객관적 예보모델 즉 기온, 강수량 등 기상요소를 객관적으로 예보하는 역학적 혹은 통계적 모델 들을 도입하여 예보가이던스 자료를 제공할 수 있는 시스템을 갖추어야 한다. 또한 예보관 마다 스킬을 평가할 수 있은 예보평가제도를 도입할 필요가 있다.

넷째, 기상특보를 위한 위험기상 실시간 모니터 체계를 구축하여야 한다. 이러한 체재가 갖추어져야 방재기상업무를 원활히 할 수 있다.

Table 61. Improvement direction for weather forecast

구 분	내 용
개선방향	1. 예보기초자료 수집 확대 2. 일기도 분석의 자동화 3. 객관예보 체계 및 예보평가 제도 도입 4. 실시간 위험기상감시 체계 강화 5. 예보 분담체계 구축 6. 예보 인력 훈련 및 양성

다섯째, 예보 분담체계 도입이 필요하다. 미얀마는 국토가 넓은 것에 비교하여 본청인 네피도와 양곤지방청에서만 예보를 담당하고 있다. 네피도 본청에서는 전

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

국토에 대한 광역예보를 당당하고 몇 개 지방 혹은 14개 주마다 국지기상예보를 분담하는 체계로 진화해야 한다.

여섯째, 예보관 양성이 필요하다. 현재 예보관 인력이 절대적으로 부족하다. 예보관 교육, 훈련, 신규채용 등 예보관 충원이 시급하다.

나. 개선대책

기상예보업무의 개선대책은 다음과 같다.

첫째, 일기도 분석을 자동화 한다. 기상예보를 위한 자료 수집확대는 기상통신 개선대책에서 논의되었다. 수집된 기상자료를 수작업이 아닌 전산시스템에 의하여 자동으로 일기도를 생산하는 체제를 갖추어야 한다. 이를 위하여서는 디지털화된 화면에서 일기도를 편집할 수 있는 워크스테이션과 일기도를 출력할 수 있는 프로터, 프린터를 도입 설치가 필요하다.

둘째, 객관예보 체제를 도입해야 한다. 예보관의 개념모델에 의한 주관적인 예보와 아울러 객관적인 방법에 의한 예보 결정이 필요하다. 이를 위하여서는 수치예보 결과를 기온, 강수량 등 일기요소로 해석해주는 통계적인 예보모델, MOS, PPM 등을 개발하여야 한다. 이와 같은 객관예보모델에서 생산되는 예보가이던스 자료에 예보관의 판단을 추가하는 형태로 예보 생산 방식이 바뀌어야 한다. 또한 예보 스코어 평가 시스템을 도입하여 예보 개개인, 혹은 예보 시스템의 문제점을 찾아내고 개선하여 나가는 체제로 변환해야 한다.

셋째, 방재기상예보시스템을 구축한다. 무엇보다도 위험기상 발생에 대한 기상특경보를 내기 위하여서는 기상실황을 종합적으로 실시간으로 모니터링 할 수 있는 시스템이 갖추어져야 한다. 초단기예보는 통상 예보시점으로부터 3시간까지의 기온, 강수량, 상대습도, 풍향, 풍속, 하늘상태 등의 기상요소에 대해 실황과 예측을 1시간 간격으로 예보하는 기술이다. 수치예보 모델은 모델초기화과정의 특성으로 6시간 이내의 예측능력은 현재의 일기실황으로 유추하는 단순 예보법보다 성능이 떨어지므로, 현재의 실황정보는 단시간예보에 더욱 중요한 역할을 하게 된다. 초단기예보에서는 수치모델과는 별도로 자동기상관측자료, 위성자료, 레이더자료를 이용하는 초단시간 강수예측모델(VSRF) 등을 이용하여 예보를 한다.

넷째, 통보시스템을 강화해야 한다. 기상예보 및 특경보를 발령할 시에는 이의 이용자가 대처할 수 있는 시간을 충분히 주어야 하기 때문에 선행시간 확보가 중

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

요하다. 또한 해당될 수 있는 모든 사람에게 빠짐없이 전달할 수 있는 것도 중요하다. 이와 같은 시스템은 현대의 ICT 기술을 이용하여 가능한 시스템을 구축할 수 있다.

다섯째, 예보 전문인력 양성이 필요하다. 네피도 본청 예보근무조는 1조 6인으로 3조가 3교대 하고 있다. 1조도 3인은 예보인력, 3인은 관측인력이다. 관측과 예보현업을 분리하고 예보관의 인력을 늘릴 필요가 있다. 또한 예보관의 숙련도 향상을 위하여 국내외 교육, 훈련 프로그램에 적극적으로 참여하여 예보 인력을 양성해야 한다.

Table 62. Improvement measures for weather forecast

항 목	주 요 내 용
일기도 분석 자동화	예보용 워크스테이션, 프로터, 프린터 도입
객관예보체계 도입	통계예보 MOS, PPM 개발, 예보 평가시스템 도입
방재기상예보시스템 구축	관측자료 실시간 종합 모니터, 초단기 예보
통보시스템 강화	전화, FAX, 이동통신, 인터넷 종합 통보시스템
예보 전문 인력 양성	국내외 장단기 교육, 훈련 프로그램 참여

4.3.2 수치예보업무

가. 개선방향

미얀마 기상청의 수치예보업무 개선방향은 다음 6가지로 요약할 수 있다.

첫째, 미얀마 실정에 맞는 수치예보모델 개발이 필요하다. 수치예보모델의 현업 운영을 위하여서는 매번의 예보 시간 마다 관측자료와 경계자료를 조달할 수 있는 통신체계가 갖추어져야 하고, 모델을 운영할 수 있는 충분한 컴퓨팅 파워를 가지고 있는 고성능 컴퓨터가 있어야 하며, 미얀마의 예보 목적에 맞는 시공간적 예측자료를 생산할 수 있는 수치예보 모델(즉 지역모델, 국지모델)이 있어야 한다.

둘째, 입력자료의 안정적 확보가 보장되어야 한다. 수치예보의 정확도는 초기치의 정확도에 좌우된다. 수치예보모델이 예측 출발 시점의 대기상태를 정확히 결정해주어야 한다. 그렇게 하기 위하여서는 정도 높은 다양한 관측자료와 경계자료가

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

필요하다.

셋째, 수치예보모델을 주어진 예보시간 안에 계산해낼 수 있는 고성능 컴퓨팅 파워를 공급할 고성능 컴퓨터의 도입이 필요하다.

넷째, 앞서 언급한 바와 같이 수치예보의 정확도는 초기치의 정확도에 좌우된다. 지금까지 알려진 바로는 초기치의 정확도를 높이는 가장 좋은 방법은 자료동화 체제를 도입하는 것이다. 미얀마에서는 현재 기상통신체제가 미흡하여 수치예보모델을 운영하는데 자료동화 체제를 도입하지 못하고 있지만 앞으로는 수치예보 정확도 향상을 위하여 반드시 자료동화 체제의 구축이 필요하다.

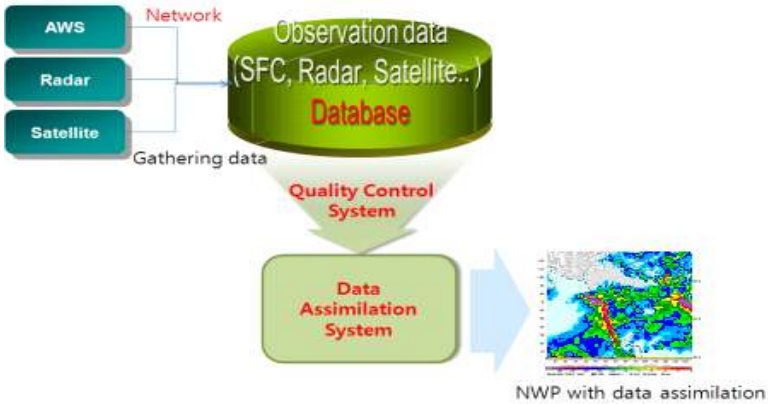


Fig. 76. Concept diagram for data assimilation of NWP

다섯째, 통계해석모델의 개발이 필요하다. 통계해석모델은 수치예보모델 결과를 기상예보를 위한 요소로 환산하여 주는 모델이다. 이에는 PPM, MOS, 칼만필터 방법 등 다양한 방법이 있다.

여섯째, 수치예보 인력양성이 필요하다. 수치예보모델을 현업운영하려면 최소한 15~20인의 인력이 필요하다. 현업용 수치예보모델을 운영하려면 능력이 되는 직원들을 해외훈련을 시켜서 양성해야 한다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Table 63. Improvement direction for numerical weather prediction

구 분	내 용
개선방향	1. 수치예보모델의 개발 2. 입력자료의 안정적 확보 3. 고속 컴퓨팅 파워 확보 4. 자료동화 체제 구축 5. 통계해석 모델의 개발 6. 수치예보 인력 양성

나. 개선대책

미얀마 기상청의 수치예보업무 개선대책은 다음과 같다.

첫째, 미얀마형 수치예보모델의 개발이 필요하다. 미얀마의 지형지세 기후조건 등을 충분히 반영할 수 있는 지역모델과 국지모델이 필요하다. 이와 같은 모델은 전구모델을 운영하고 있는 선진 수치예보센터의 협조를 받아서 개발할 필요가 있다.

둘째, 입력자료의 안정적 확보체계를 확립해야 한다. 이를 위하여서는 국내외 관측자료를 실시간으로 수집할 수 있는 기상통신체계를 구축해야 한다. 아울러서 선진 수치예보센터와 협력하여 전구모델 출력 결과를 정규적으로 받을 수 있는 체제도 구축해야 한다.

셋째, 고속 컴퓨팅 파워의 확보가 필요하다. 앞서 언급한 미얀마형 수치예보모델을 예보시간 안에 충분히 계산할 수 있는 충분한 파워를 갖는 컴퓨터를 도입해야 한다. 이런 컴퓨팅 파워를 경제적으로 제공할 수 있는 컴퓨터로는 PC Cluser 혹은 미니 슈퍼컴퓨터 등이 있다.

넷째, 자료동화 체계를 구축해야 한다. 자료동화를 위하여서는 충분한 양의 관측자료를 시간 안에 수집할 수 있어야 한다. 수치예보를 하루에 2회(00, 12 UTC) 운영할 경우 자료동화는 4회(00, 06, 12, 18UTC) 운영하여야 한다.

다섯째, 통계해석 모델의 개발이 필요하다. 미얀마형 수치예보모델이 정상적으로 운영될 경우 이 수치예보모델의 결과를 예보 가이던스로 해석하기 위하여서는 통계예보 모델의 개발이 필요하다. 모델 출력자료가 모아지지 않은 초기에는 칼만 필터 방식이나 PPM 방식의 모델을 개발하고, 모델결과가 충분히 모아진 후에는

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

MOS를 개발하면 된다.

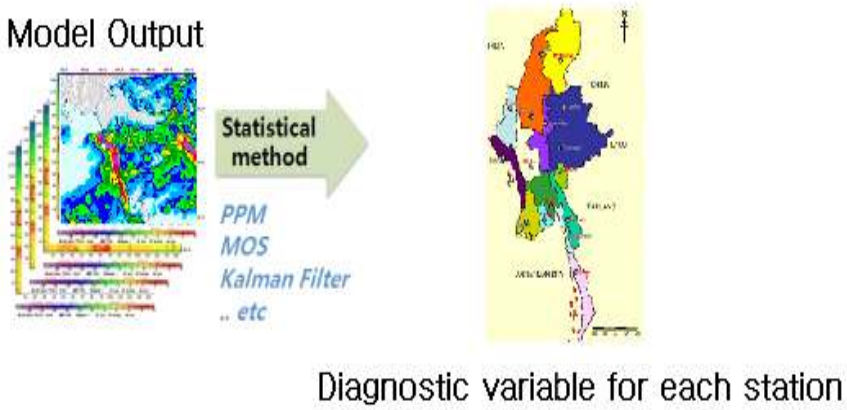


Fig. 77. Statistical interpretation model of NWP output

여섯째, 수치예보 조직과 전문인력 양성이 필요하다. 수치예보 인력은 합당한 능력이 있는 직원들을 선진 수치예보센터(예를 들면 KMA)의 협조에 의한 장단기 훈련으로 양성한다.

Table 64. Improvement measures for numerical weather prediction

항 목	주 요 내 용
수치예보 모델 개발	미얀마형 수치예보 모델 개발
입력자료 안정적 확보	선진 수치예보센터의 자료 지속적 수신 체계 구축
고속 컴퓨팅 파워 확보	PC Cluster 혹은 미니슈퍼컴의 도입
자료동화체제 구축	6시간 자료동화체제 구축
통계해석 모델의 개발	PPM, 칼만필터, MOS 등 통계해석 모델의 점진적 개발
수치예보 전문인력 양성	국외 장단기 교육, 훈련 프로그램 참여

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

4.4 수문업무

4.4.1 수문기상업무

가. 개선방향

미얀마의 수문기상업무의 개선방향은 다음과 같다.

첫째, 수문관측을 자동화와 실시간 수집체계로 구축한다.

둘째, 수위예보를 위하여 상류 지역에 수문관측소를 증설한다.

셋째, 홍수예보모델을 개선해야 한다.

넷째, 홍수정보를 긴급히 전달할 수 있는 체계를 구축해야 하고,

다섯째, 수문 전문 인력을 지속적으로 양성한다.

Table 65. Improvement direction for hydrological service

구 분	내 용
개선방향	1. 수문기상관측 자동화 . 2. 실시간 수집체계 구축 3. 상류지역 관측소 증설 4. 홍수예보기술의 개선(H/W, S/W포함) 5. CCTV와 같은 홍수범람 감시장비 설치. 6. 홍수정보 긴급전달체계 구축 7. 수문 분야 인력 양성

나. 개선대책

미얀마의 수문기상업무의 개선대책은 다음과 같다.

첫째, 수문관측을 자동화를 위하여 68개 순문관측소에 자동수위계를 설치한다.

둘째, 상류지역에 20개소의 자동수위계를 설치한다.

셋째, 선진화된 홍수예보 모델을 개발한다.

넷째, 조기경보시스템 도입을 위하여 상습 침수구역에 자동경보시스템을 설치한다.

다섯째, 국내외 수문관련 기관 및 대학을 통하여 수문인력을 교육, 훈련시킨다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 66. Improvement measures for hydrological service

구 분	내 용
수문관측 자동화	자동 수위계 68소
상류지역 관측소 증설	상류지역 수위관측소 증설 20소
예보모델 개선	홍수예보기술의 개선(H/W, S/W포함)
조기경보시스템 도입	침수구역 통보시스템 구축
전문인력 양성	수문인력 양성 6인

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

4.5 기상통계 관리업무

4.5.1 기상통계·기후자료 관리업무

가. 개선방향

기상통계· 기후자료관리업무의 개선방향은 첫째, 기후통계자료의 실시간 수집체계 구축이다. 둘째는 자동품질관리체계 도입이며, 셋째는 다양한 기상통계자료 생산이다. 기후자료관리는 장부형태로 쌓여 있는 누년기상 자료를 전산화 입력하고, 어느 누구나 이용 가능하도록 DBMS 체계를 구축하는 것이다.

Table 67. Improvement direction for meteorological statistics

구 분	내 용
개선방향	1. 실시간 수집체계 구축 . 2. 자동 품질관리 시스템 (AQC) 도입 3. 다양한 기상통계 작성 발간 4. 자료관리 DB화

나. 개선대책

첫째, 기상통계 개선대책은 기상통계업무를 전산화 하는 것으로서, 통계용 PC 도입 20대, AQC 자동품질관리 체계 도입, 기후자료 출판시스템 도입 등이다. 기상통계자료의 실시간 수집체계는 기상통신 개선대책에서 언급되었다.

둘째, 기후자료 관리업무의 개선대책은 기후자료 입력을 위한 디지털 스캐너 도입, 품질관리 소프트웨어 도입, 대용량 저장장치 및 DBMS 체제 구축 등이다.

Table 68. Improvement measures for meteorological statistics

구 분	내 용
기상통계 전산화	통계용 PC 20대 자동품질관리(AQC) 도입 전자출판 소프트웨어
기후자료 관리 DB화	디지털 스캐너 10세트 품질보장 소프트웨어 스토리지 20TB, DBMS

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

4.6 응용기상업무

4.6.1 농업기상업무

가. 개선방향

농업기상업무의 개선방향은 첫째, 농업기상관측을 자동화 하여 24시간 관측체계를 구축하는 것이다. 둘째, 농업기상관측자료의 실시간 수집체계 구축이다. 셋째, 농업기상통계를 전산화하여 농업기상정보 생산체제를 전산화 하는 것이다. 넷째, 생물계절관측, 생태학적 관측 등을 하여 농사예찰정보를 생산하는 것이다. 다섯째, 농업기상 관련 전문인력의 양성이다.

Table 69. Improvement direction for agrometeorological service

구 분	내 용
개선방향	1. 농업기상관측 자동화, 24시간 관측 2. 농업기상관측 실시간 수집체계 구축 3. 통계자료 생산 자동화(농업기상순보, 상세농업기후지도 등) 4. 농사 예찰정보 생산 5. 농업기상 전문인력 양성

나. 개선대책

첫째, 농업기상관측 자동화를 위하여 17개소에 농업기상용 AWS를 도입설치하고, 기상통신체계를 개선하여 실시간 수집체계를 구축하는 것이다.

둘째, 농업기상정보 생산체계를 전산화 하고, 농업기상순보 작성 등의 소프트웨어를 개발한다. 셋째, 국내외 교육, 훈련 프로그램을 이용하여 농업기상전문 인력 6인을 양성한다.

Table 70. Improvement measures for agrometeorological service

구 분	내 용
농업기상관측 자동화	농업기상관측용 AWS 도입 17소
실시간 수집	농업기상관측자료 실시간 수집체계 구축
농업기상정보 개선	농업기상순보 및 농사예찰정보 생산 개발
능력 배양	전문인력 양성 훈련 6인

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

4.6.2 항공기상업무

가. 개선방향

미얀마 기상청 항공기상업무의 개선방향으로는 첫째, 국제공항기상관측소는 국제공항기상대의 위상에 맞는 항공기상관측장비를 보강한다.

둘째, 항공통신장비를 보강하여 전국 항공통신망(AFTN)을 구축하는 것이다.

셋째, 항공 전문인력의 양성이다.

Table 71. Improvement direction for aviation met. service

구 분	내 용
개선방향	1. 국제공항 첨단기상관측장비 보강 2. 예보보조자료 수집체계 강화 3. 항공통신망 설치(전국 국내공항 AFTN 망 설치) 4. 인력 훈련

나. 개선대책

항공기상업무의 개선대책은 첫째, 항공기상관측망 개선을 위하여 양곤, 네피도와 만달레이 등 주요 공항에 AWOS를 설치한다.

둘째, 국제공역예보 자료 수집을 위하여 양곤공항에 WIFS 단말기, 전국 공항기상정보 공유를 위하여 각 공항기상관측소에 AFTN 단말기를 설치한다.

셋째, 국내외 교육프로그램을 이용하여 항공분야 전문인력을 양성한다.

Table 72. Improvement measures for aviation met. service

개선방향	개선대책
항공 기상관측망 장비 개선	양곤 국제공항 등에 AWOS 3 설치
항공 예보 모델 구축	비행장 예보를 위한 통계 모델 구축
항공 기상통신망 구축	공역예보자료 WiFS 수신, 항공고정통신망 AFTN 연결
전문인력 양성	항공기상분야 인력 훈련 6명

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

4.6.3 해양기상업무

가. 개선방향

미얀마의 해양기상업무 개선방향은 첫째, 전무하다시피 한 해양기상관측시설의 구축이며, 통신망 개성을 통하여 실시간 수집체계를 구축해야 한다.

둘째, 해양모델 즉 해양파랑을 예측할 수 있는 모델을 개발해야 한다.

셋째, 해양 관련 조직 보강 및 전문인력을 양성해야 한다.

Table 73. Improvement direction for marine met. service

구 분	내 용
개선방향	1. 해양기상관측 시설 구축 2. 해양기상관측 자료 실시간 수집체계 구축 3. 해양파랑 예보모델 도입 4. 조직 보강, 전문인력 양성

나. 개선대책

첫째, 5개소에 부이를 설치하고, 20소에 조위계를 설치하는 해양기상관측망을 구축한다.

둘째, 역학적인 방법으로 해면의 움직임을 예측할 수 있는 해양파랑모델을 개발한다.

셋째, 해양 관련 조직을 과단위로 확대하고 국내외 교육 훈련을 통하여 인력을 양성한다.

Table 74. Improvement measures for marine met. service

구 분	내 용
해양 기상관측망 구축	해양관측 Buoy 5소, Tide gauge 20소
해양 예보 모델 구축	해양 파랑 모델
조직 인력 배양	인력 훈련 6인

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

4.7 지진업무

4.7.1 지진·쓰나미 업무

가. 개선방향

미얀마 지진·쓰나미 업무의 개선방향은 첫째, 노후화되고 열악한 지진 · 쓰나미 관측망을 보강하는 것이다.

둘째, 실시간 지진 분석체계를 도입해야 한다. 셋째, 지진 및 쓰나미 정보의 실시간 통보체제를 구축해야 한다. 넷째, 지진, 쓰나미 관련 인력의 양성이다.

Table 75. Improvement direction for earthquake·tsunami service

구 분	내 용
개선방향	1. 지진 및 쓰나미 관측망 보강. 2. 실시간 관측 및 실시간 분석체계 도입. 3. 지진 및 지진해일 실시간 통보체계 도입 4. 지진장비 유지보수 전문인력 단계적 양성 확보

나. 개선대책

지진·쓰나미 업무의 개선대책으로는 첫째, 22개소에 광대역 지진계를 설치하여 지진관측망을 보강한다.

둘째, 기상통신망을 개선하여 모든 지진·쓰나미 관측자료의 실시간 수집체계를 구축한다. 셋째, 미얀마 지형에 맞는 실시간 지진분석체계를 갖춘다.

넷째, 지진·쓰나미 조기경보체제를 구축한다.

다섯째, 지진·쓰나미 관련 인력 양성을 위하여 국내외 교육훈련 프로그램에 능동적으로 참여한다.

Table 76. Improvement measures for earthquake·tsunami service

구 분	내 용
지진관측망 보강	광대역 지진관측망 보강 22소
실시간 수집체계	기존관측소 실시간 수집체계 구축 19소
실시간 분석체계 구축	지진분석 시스템 도입 (HW, SW)
실시간 통보체계	조기경보시스템 설치
인력양성	인력훈련 6인

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

제5장 실행계획 수립

이 장에서는 앞의 미래모형 설계 단계에서 수립된 개선대책을 실천하기 위한 계획을 수립하는 단계이다.

실행계획은 전체 국가기상업무 현대화 계획을 완전히 실천하는데 걸리는 기간을 9년으로 잡고 3년씩 3단계로 나누어서 실천하는 것으로 하였다. 처음 1단계 3년에는 가장 시급하고 기본이 되는 업무를 배정하고, 2단계 3년에서는 1단계 사업을 보완하여 심화하는 사업을 배정하였고, 마지막 3단계 3년에는 좀 더 발전적인 업무를 배정하였다.

1단계 사업으로는 기본업무의 실시간 수행체계를 구축하는 것으로 목표를 정하고 지상관측 자동화, 수문관측 자동화, 관측자료 실시간 수집 통신망구축, 객관예보체제 구축 등을 반영하였다.

2단계 사업으로는 초단기 예보체제 구축을 목표로 하여 고층관측 확충, 레이더 관측망, 위성수신시스템 등의 설치 등 원격탐사망 보강을 주로 반영하였다.

3단계에서는 원격탐사관측망의 완성, 수치예보를 위한 슈퍼컴 도입 등을 반영하였다.

5.1 기상관측업무

5.1.1 지상기상관측업무

가. 현대화 실행계획

1단계에서 WMO 등록관서 49소에 AWOS 설치하고 5분 수집체계를 구축하며, 기본 검교정장비를 갖추도록 하였다.

2단계에서 일반관측소 48개소에 AWS를 도입하고, AQC 자동품질관리 소프트웨어를 도입하며, 관측환경 표준화를 추진하도록 하였다.

3단계에서는 관측환경 표준화를 완성하고 일사검정장비를 갖추도록 하였다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Table 77. Action plan for automation of surface observation

개선대책	실행계획		
	1단계	2단계	3단계
AWOS/AWS	AWOS 49소	AWS 48소	
1분관측 5분수집	5분수집체계		
AQC 체계 도입		AQC체계	
검정장비 5종	온습도 · 기압검정	바람	일사검정
환경표준화		표준노장	표준노장 보급

나. 소요예산

지상기상관측업무 개선사업은 3단계로 나누어 시행하며 이에 대한 추정예산은 약 333만 달러가 소요될 것이다. 단계별 소요예산은 아래와 같다(표 78). 제시된 예산은 순수한 장비가격이며, 관세나 현장 설치비, 보험 등은 포함되지 않은 예산이다.

Table 78. Budget for automation of surface observation (USD)

구 분	1단계	2단계	3단계	계
AWOS 및 AWS	1,871,919	1,122,930		2,994,849
실시간 수집용 소프트웨어	140,000			140,000
AQC 소프트웨어		200,000		200,000
계	1,437,085	1,332,930		3,334,849

5.1.2 고층기상관측업무

가. 현대화 실행계획

1단계에는 기 폐쇄된 4곳의 고층기상 관측소를 재개하는 것으로 반영하였다. 2단계에는 4개의 고층기상관측소 재개 및 공항기상관측소 4곳에 윈드프로파일러와 수직 온도분포 관측을 위하여 라디오미터를 도입하도록 하였다. 3단계에서는 재개한 고층기상관측소 4곳에 윈드프로파일러와 라디오미터를 설치하는 것으로 하였다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Table 79. Action plan for automation of upper air observation

개선대책	실행계획		
	1단계	2단계	3단계
단계별 고층관측소 재개 8개소	4개소	4개소	
윈드프로파일러 8개소 신설		4개소	4개소
라디오미터 8개소		4개소	4개소

나. 소요예산

고층기상관측업무 개선에 1단계로 약 80만달러, 2단계로 약 560만달러, 3단계에도 543만달러 정도의 예산이 소요될 것이다.

Table 80. Budget for automation of upper air observation (USD)

구 분	1단계	2단계	3단계	계
고층관측소 8소	806,400	992,000	832,000	2,630,400
윈드프로파일러 8소		3,000,000	3,000,000	6,000,000
라디오미터 8소		1,600,000	1,600,000	3,200,000
계	806,400	5,592,000	5,432,000	11,830,400

5.1.3 기상레이더관측업무

가. 현대화 실행계획

1단계에 S-band 레이더 1대, 2단계에 S-band 레이더 1대와 영상합성 소프트웨어, 레이더-AWS 강우량합성 소프트웨어를 도입하고, 3단계에서 S-band 레이더 2대를 설치하도록 배정하였다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Table 81. Action plan for improvement of met. radar observation

개선대책	실행계획		
	1단계	2단계	3단계
S 밴드 레이더 4소 레이더 영상합성 SW AWS강우량합성 SW	1 S-band	1 S-band 레이더영상합성 S/W AWS강우량합성 S/W	2 S-band

나. 소요예산

기상레이더 현대화 소요 예산은 대략 1,350만달러 정도가 소요될 것이다. 개별적으로는 레이더 4소에 1,320만달러, 영상합성 소프트웨어 개발에는 30만달러 정도의 예산이 소요된다.

Table 82. Budget for improvement of met. radar observation (USD)

구 분	1단계	2단계	3단계	계
S-band 레이더관측소 4소	4,200,000	3,000,000	6,000,000	13,200,000
영상합성 S/W		300,000		300,000
계	4,200,000	3,300,000	6,000,000	13,500,000

5.1.4 기상위성관측업무

가. 현대화 실행계획

COMS 정지궤도 기상위성 수신시스템은 2단계에, 극궤도 기상위성 수신시스템은 3단계에 설치한다. 인력양성은 매 단계마다 2인 씩 훈련을 실시한다.

Table 83. Action plan for improvement of met. satellite observation

개선대책	실행계획		
	1단계	2단계	3단계
COMS 수신시스템 극궤도위성수신 6인	 2	1시스템 2	 1시스템 2

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

나. 소요예산

기상위성업무 현대화에 소요되는 예산은 토탈 560만 달러 정도가 될 것이다. 단계별로는 1단계에 4만 달러, 2단계에 403만 달러, 3단계에 153만 달러 정도의 예산이 소요될 것이다.

Table 84. Budget for improvement of met. satellite observation (USD)

구 분	1단계	2단계	3단계	계
정지궤도위성(천리안)수신소		4,000,000		4,000,000
극웨도기상위성 수신소			1,500,000	1,500,000
위성 전문인력 양성	42,000	30,000	30,000	102,000
계	42,000	4,030,000	1,530,000	5,602,000

5.1.5 기상측기검정업무

가. 현대화 실행계획

시급한 지상관측 검정장비를 1, 2단계에 우선적으로 도입하고, 비용이 많이 드는 풍동은 3단계에 도입한다.

Table 85. Action plan for improvement of instruments test and calibration

구 분	1단계	2단계	3단계	계	비 고
온·습도검정기(챔버식)	2	2		4	기준기 포함
기압검정기	1	1		2	기준기 포함
우량검정기(멀티형)	3			3	(네피도)
풍동장비 및 시설	-	-	1	1	(네피도)

나. 소요 예산

기상측기 검교정체계를 갖추는 데는 188만 달러 정도의 예산이 소요될 것으로 추정된다. 1단계로 온습도, 기압, 우량 검정체계를 갖추는데 53만 달러, 2단계로 35만 달러, 3단계로 풍향, 풍속계 검정을 위한 풍동시설을 갖추는 데는 약 100만 달러 정도의 예산이 소요될 것이다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 86. Budget for improvement of instruments test and calibration (USD)

구 분	1단계	2단계	3단계	계
온·습도검정기(챔버식)	350,000	250,000		600,000
기압검정기	140,000	100,000		240,000
우량검정기(멀티형)	42,000			42,000
풍동장비 및 시설	-	-	1,000,000	1,000,000
계	532,000	350,000	1,000,000	1,882,000

Fig. 78. Test equipment for thermometer(Left: chamber, Right upside: water tank , Right downside: portable)

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Fig. 79. Test equipment for barometer and of rain gauge

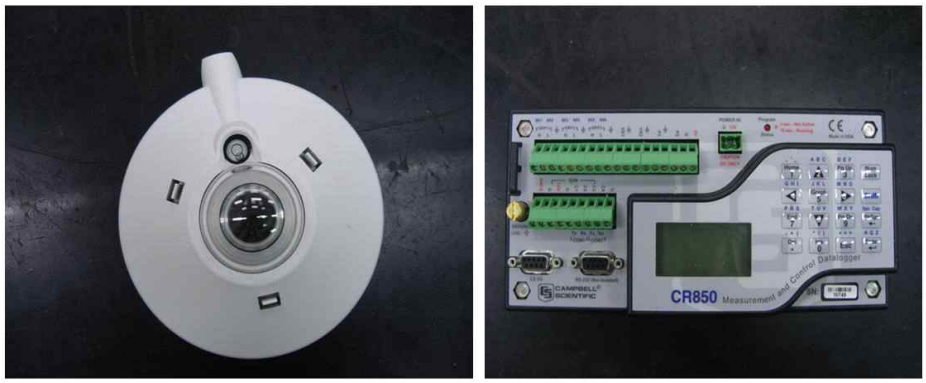


Fig. 80. Standard pyranometer and data logger

Fig. 81. Wind tunnel and standard anemometer

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

5.2 기상통신업무

5.2.1 국제기상통신 업무

가. 현대화 실행계획

기상자료의 수집은 모든 기상업무의 시작이기 때문에 기상자료를 수집하는 국제 통신망의 개선은 실행계획에서 우선적으로 실행되어야 한다. 국제 협력의 절차에 따라 네피도 미얀마NC 구축이 지연될 수도 있으나 통신 개선의 시급성에 비추어 모두 1단계에서 수행하는 것이 바람직하다.

Table 87. Action plan for improvement of international telecommunication

개선대책	실행계획		
	1단계	2단계	3단계
네피도-방콕, 네피도-뉴델리 간 고속 인터넷 연결 메시지스위칭시스템 개발	2소		
네피도 NC용 서버, 고속 인터넷 통신망 구축 NC용 자료수집, 처리, 분석 소프트웨어 개발	1소		

나. 소요예산

소요 예산은 모두 84만 달러가 소요될 것이다. 대략 네피도-방콕, 네피도-뉴델리 간 GTS 고속화에 28만 달러, 네피도 NC 구축에 56만 달러의 예산이 소요될 것이다.

Table 88. Budget for improvement of international telecommunication (USD)

구 분	1단계	2단계	3단계	계
네피도-방콕, 네피도-뉴델리 간고속 인터넷 연결 메시지스위칭시스템 개발	280,000			280,000
네피도 NC용 서버 구축 NC용 자료수집, 처리, 분석 소프트웨어 개발	560,000			560,000
계	840,000			840,000

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

5.2.2 국내기상통신 업무

가. 현대화 실행계획

1단계로 본청과 14개 지방청 예보센터 간의 고속 온라인망 연결, 14개 지방청 예보센터와 97개 기상관측소 간 중속 온라인망으로 연결한다.

2단계로 14개 예보센터와 68개 수문관측소가 중속 온라인망 연결한다.

3단계로 나머지 31소의 농업관측소, 지진관측소까지 온라인망에 연결한다.

Table 89. Action plan for improvement of domestic telecommunication

개선대책	실행계획		
	1단계	2단계	3단계
97 기상관측소, 68 수문관측소, 17 농업관측소, 14 지진관측소와 지방청 간 중속 온라인망 연결	97소	68소	31소
본청과 지방청간 고속 온라인망 연결	14소		

나. 소요예산

소요 예산은 모두 13.7만 달러가 소요되고, 본청과 14 지방센터 간 고속망 연결에 3.4만 달러, 14 지방센터와 모든 관측소 간 중속망 연결에 10.2만 달러가 소요될 것이다.

Table 90. Budget for improvement of domestic telecommunication (USD)

구 분	1단계	2단계	3단계	계
97 기상관측소, 68 수문관측소, 17 농업관측소, 14 지진관측소와 지방청 간 중속 온라인망 연결	59,073	29,580	13,485	102,138
본청과 14 지방청 간 고속 온라인망 연결	34,888			34,888
계	93,961	29,580	13,485	137,026

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

5.2.3 기상업무 전산화 업무

가. 현대화 실행계획

기상업무 전산화는 1단계 기상관서, 2단계 수문관서, 3단계 농업기상 및 지진업무 전산화 순으로 추진한다. 1단계로 기상업무 전산화를 위한 전 기상관서 PC 보급, LAN 포설, 인트라넷 구축, 본부에 폴트톨러런트형 서버를 구축한다.

2단계로는 68개소 수문관서를 전산화하며 필요한 본부 서버도 증설한다. 마찬가지로 종합기상정보시스템 소프트웨어 개발도 1단계 기상, 2단계 수문, 나머지 3단계 순으로 추진한다. 대용량 스토리지와 DBMS 구축은 업무의 진행에 따라 늘려간다.

Table 91. Action plan for improvement of computerization of met. service

개선대책	실행계획		
	1단계	2단계	3단계
전 관측소 및 부서 PC 보급 전부서 LAN 구축, 인트라넷 구성	97 +50	68	31
Fault tolerant 서버 시스템 구축	4	2	2
종합기상정보시스템 소프트웨어 개발	기상SW	수문SW	농업SW20, 지진SW
대용량 스토리지 및 DBMS 구축	20T	20T	20T

나. 소요예산

소요 예산은 모두 685만 달러이고, 1단계에 321만 달러, 2단계에 184만 달러, 3단계에 180만 달러가 소요될 것이다.

Table 92. Budget for improvement of computerization of met. service (USD)

구 분	1단계	2단계	3단계	계
전 관측소 및 부서 PC 보급 전 부서 LAN 구축, 인트라넷 구성	281,329	92,956	42,377	416,662
Fault tolerant 서버 시스템 구축	941,500	336,250	336,250	1,614,000
종합기상정보시스템 SW 개발	1,820,000	1,300,000	1,300,000	4,420,000
대용량 스토리지 및 DBMS 구축	168,000	120,000	120,000	408,000
계	3,210,829	1,849,206	1,798,627	6,858,662

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

5.3 기상예보업무

5.3.1 일반예보업무

가. 현대화 실행계획

미얀마의 기상예보업무 현대화를 위하여 시급한 예보분석 자동화, 객관예보체제의 도입 등을 먼저 1단계에 수행해야 한다. 2단계로는 예보평가시스템, 초단기예보체제 도입, 통보자동화시스템을 구축하고, 예보관 전문인력 양성은 1,2,3단계에서 지속적으로 수행하도록 한다.

Table 93. Action plan for improvement of weather forecast

개선방향	개선대책	실행계획		
		1단계	2단계	3단계
예보분석시스템	예보용 워크스테이션 웹기반 기상분석시스템	8 W/S Web FAS		
객관예보	객관예보 SW 예보평가 시스템	1 set	 1 set	
방재기상	초단기예보 시스템 통보 시스템		1 set 1 set	
전문인력 양성	9인	3	3	3

나. 소요예산

기상예보 현대화를 위한 소요예산은 93.8만 달러이다. 1단계에 32.8만 달러, 2단계에 55.4만 달러, 3단계에 5.5만 달러가 소요될 것이다.

Table 94.Budget for improvement of weather forecast (USD)

구 분	1단계	2단계	3단계	합계
예보용 워크스테이션	112,000			112,000
객관예보 SW	140,000	100,000		240,000
초단기예보 시스템		200,000		200,000
통보 시스템		200,000		200,000
전문인력 양성	76,986	54,990	54,990	186,966
계	328,986	554,990	54,990	938,966

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

5.3.2 수치예보업무

가. 현대화 실행계획

미얀마의 수치예보 현대화를 위하여서는 1,2,3 단계에 걸쳐서 꾸준히 수치예보모델, 자료동화 체계, 통계예보모델을 개발하며, 전문인력을 양성하고, 마지막 단계인 3단계에서 수치모델 런을 위한 고성능 컴퓨터를 도입하도록 한다.

Table 95. Action plan for improvement of numerical weather prediction

개선방향	개선대책	실행계획		
		1단계	2단계	3단계
컴퓨터	미니 수퍼 컴퓨터			1시스템
모델	자료동화	개발	시험	
	수치모델	개발	시험	
	통계모델		개발	시험
전문인력 양성	9인	3	3	3

나. 소요예산

(1) 세부내역

미얀마의 수치예보 업무 현대화에 소요되는 예산은 모두 338만 달러이다. 1단계, 2단계에는 55.4만 달러가 소요될 것이고 마지막 3단계에서는 205만 달러가 소요된다.

Table 96. Budget for improvement of numerical weather prediction (USD)

구 분	1단계	2단계	3단계	합계
컴퓨터			1,500,000	1,500,000
모델	700,000	500,000	500,000	1,700,000
전문인력 양성	76,986	54,990	54,990	186,966
계	554,990	554,990	2,054,990	3,386,966

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

5.4 수문업무

5.4.1 수문기상업무

가. 현대화 실행계획

1단계로 수위관측자동화 및 실시간 수집체계 구축, 예보모델 개선, 1개 강에 대한 조기경보시스템 구축 등을 추진하고, 2단계로는 강의 상류지역에 수위관측시설을 증설하는 것은 추진한다. 수문인력 양성 및 조기경보시스템의 확대설치는 2, 3단계에도 지속적으로 수행한다.

Table 97. Action plan for improvement of hydrological service

개선대책	실행계획			
	1단계	2단계	3단계	계
수문관측자동화 및 보강 (수위·강수량)	68소 (자동화)	20소 (상류지역 보강)		
홍수 예보기술도입	1 Set			
통보시스템구축	2	2	2	6
인력 양성	2인	2인	2인	6인

나. 소요예산

전체 예산은 522만 달러가 소요될 것이다. 수문기상관측 자동화에 대략 288만 달러, 수문예보모델 개선에 70만 달러, 조기경보시스템에 153만 달러, 인력양성에 11만 달러가 필요하다.

Table 98. Budget for improvement of hydrological service (USD)

구 분	1단계	2단계	3단계	계
수문기상관측 자동화	2,380,000	500,000		2,880,000
수문예보모델 개선	700,000			700,000
조기경보시스템구축	630,000	450,000	450,000	1,530,000
수문 전문인력 양성	49,000	35,000	35,000	119,000
계	3,759,000	985,000	485,000	5,229,000

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

5.5 기상통계 관리업무

5.5.1 기상통계·기후자료 관리업무

가. 현대화 실행계획

1단계로 기상통계 전산화를 위한 PC, AQC 프로그램, 전자출판 소프트웨어 등을 추진하고, 2단계로 기후자료관리 DB위한 고성능 스캐너, 품질보장 소프트웨어, 대용량 스토리지, DBMS 시스템 등을 추진한다.

Table 99. Action plan for improvement of meteorological·climatological service

개선방향	개선대책	실행계획		
		1단계	2단계	3단계
기상통계 전산화	PC 자동품질검사 S/W 전자 출판 S/W	20 set 1 set 1 set		
기후자료관리 DB화	고성능 스캔 시스템 품질보장 SW 개발 저장장치		10 set 1 set 20 T	

나. 소요예산

기상통계 및 기후자료 관리업무 현대화를 위한 예산은 기상자료통계 전산화에 65.5만 달러, 기후자료관리 DB화에 33만 달러의 예산이 필요하다.

Table 100. Budget for improvement of meteorological·climatological service (USD)

구 분		1단계	2단계	3단계	계
기상통계 전산화	PC 자동품질검사 S/W 전자 출판 S/W	25,200 350,000 280,000			655,200
기후자료 관리 DB화	고성능 스캔 시스템 품질보장 SW 저장장치		10,000 200,000 120,000		330,000
계		655,200	330,000		985,200

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

5.6 응용기상업무

5.6.1 농업기상업무

가. 현대화 실행계획

1단계로 농업기상관측 자동화, 실시간 수집체계를 완료하고, 농업기상정보 생산체계를 개선사업은 2단계로 진행한다. 능력배양을 위한 전문가 양성 훈련은 1, 2, 3단계 각 2인 이상을 훈련시키도록 한다.

Table 101. Action plan for improvement of agrometeorological service

개선대책	실행계획			
	1단계	2단계	3단계	계
농업기상 AWS 도입	17 개소			17 개소
실시간 수집망 구성	17 개소			17 개소
농업기상순보, 예찰정보 생산		1 Set	1 Set	2 Set
인력훈련 6인	2인	2인	2인	6인

나. 소요예산

소요예산은 약 160만 달러이다. 농업기상관측자동화에 약 86.7만 달러, 농사정보 개선에 약 60만 달러, 인력훈련에 13.6만 달러가 소요될 것이다.

Table 102. Budget for improvement of agrometeorological service (USD)

구 분	1단계	2단계	3단계	계
농업기상관측장비	867,986			867,986
농업기상정보 개선		300,000	300,000	600,000
인력훈련 등 기타	56,000	40,000	40,000	136,000
계	923,986	340,000	340,000	1,603,986

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

5.6.2 항공기상업무

가. 현대화 실행계획

1단계로 양곤 공항에 AWOS, WIFS 등을 설치하고, 2단계에는 비행장 통계예보 모델을 개발, 국내공항 1곳에 AWOS 설치한다. 3단계에 국내공항 1곳에 AWOS를 설치한다. 인력 양성은 1,2,3 단계 꾸준히 한다.

Table 103. Action plan for improvement of aviation met. service

개선대책	실행계획		
	1단계	2단계	3단계
양곤공항 등 AWOS 3 설치	1 개소	1 개소	1 개소
비행장 통계 예보모델 구축		1 set	
WiFS, AFTN 연결	1 set		
인력 훈련	2	2	2

나. 소요예산

항공기상관측자동화에 약 236만 달러, WAFS 수신시스템 설치 및 AFTN 연결에 약 28만 달러, 비행장 예보용 통계예보모델 개발에 20만 달러, 항공기상 인력 양성에 13만 달러 총 298만 달러 정도가 항공기상업무 현대화에 소요될 것이다.

Table 104. Budget for improvement of aviation met. service (USD)

구 분	1단계	2단계	3단계	계
공항 AWOS 설치	971,894	694,210	694,210	2,360,314
비행장 통계예보 모델 구축		200,000		200,000
WAFS 수신 및 AFTN망 구축	288,106			288,106
전문인력 양성	56,000	40,000	40,000	136,000
계	1,316,000	934,210	734,210	2,984,420

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

5.6.3 해양기상업무

가. 현대화 실행계획

1단계에 해양기상관측용 부이는 1대, 조위계 5소를 설치하고, 2단계에는 부이 2소, 조위계 5소 설치, 해양파랑모델 개발 등을 수행한다. 3단계에 부이 2, 조위계는 10소를 설치한다. 인력양성은 각 단계마다 2인 씩 훈련을 실시한다.

Table 105. Action plan for improvement of marine met. service

개선대책	실행계획			
	1단계	2단계	3단계	계
해양관측 Buoy(대)	1	2	2	5
Tide gauge	5	5	10	20
해양 파랑 모델		1Set		1Set
인력 훈련	2인	2인	2인	6인

나. 소요예산

전체적으로 347만 달러가 소요될 것이다. 해양기상관측 부이 설치에 216만달러, 조위계 설치에 88만 달러, 해양파랑 모델 개발에 30만 달러, 인력훈련에 13만 달러 등이 소요될 것이다.

Table 106. Budget for improvement of marine met. service (USD)

구 분	1단계	2단계	3단계	계
해양기상관측 부이	560,000	800,000	800,000	2,160,000
조위계	280,000	200,000	400,000	880,000
해양파랑모델 구축		300,000		300,000
인력훈련 등 기타	56,000	40,000	40,000	136,000
계	896,000	1,340,000	1,240,000	3,476,000

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

5.7 지진업무

5.7.1 지진·쓰나미 업무

가. 현대화 실행계획

1단계에 광대역지진관측 8소, 실시간 수집체계, 실시간 분석시스템 등을 구축한다. 2단계에는 광대역지진계 8소, 조기경보시스템 등을 구축한다. 3단계에는 광대역지진계 6소를 설치한다. 인력 양성은 각 단계마다 2인씩 훈련을 실시한다.

Table 107. Action plan for improvement of earthquake·tsunami service

개선대책	실행계획			
	1단계	2단계	3단계	계
광대역지진관측망 보강	8	8	6	22
실시간 수집체계 구축	19			19
실시간 분석시스템 도입	1 Set			1 Set
조기경보시스템		1 Set		1 Set
인련훈련 6	2	2	2	6

나. 소요예산

소요예산은 광대역지진관측망 구축에 약 100만 달러, 실시간 수집체계 구축에 약 1만 달러, 실시간 분석시스템 도입에 70만 달러, 경보시스템 설치에 30만 달러, 인력 훈련에 약 13만 달러 등 지진·쓰나미 업무 현대화에 총 약 215만 달러 정도의 예산이 요구된다.

Table 108. Budget for improvement of earthquake·tsunami service (USD)

구 분	1단계	2단계	3단계	계
광대역 지진관측망 보강	448,000	320,000	240,000	1,008,000
실시간 수집체계 구축	11,172			11,172
실시간 분석시스템 도입	700,000			700,000
조기경보시스템		300,000		300,000
인력훈련 등 기타	56,000	40,000	40,000	136,000
계	1,215,172	660,000	280,000	2,155,172

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제6장 시범사업 추진

6.1 현대화 계획 예산 종합

표 109에 미얀마 기상청의 기상업무 현대화를 위한 종합적인 예산이 나타나 있다. 이 예산은 제5장 실행계획에서 제시한 기상관측, 기상통신, 기상예보, 수문기상업무, 응용기상업무 등 미얀마 기상청의 전반적인 업무의 현대화를 추진할 경우 총괄적으로 소요되는 예산을 집계한 것이다. 총 64,744,647USD가 소요될 것으로 예상된다.

이를 대략 분야별로 세분하면, 기상관측 분야에서 지상관측 자동화에 3,334,849 달러, 고층관측 자동화에 11,830,400 USD, 레이더망 구축에 13,500,000 USD, 위성관측에 5,602,000 달러, 검교정 장비에 1,882,000 달러 등, 기상관측업무 현대화에 도합 36,149,249 달러가 소요될 것으로 예상된다.

기상통신업무의 경우, 국제기상통신업무 개선에 840,000 달러, 국내기상통신에 137,026 달러, 사무자동화에 6,858,662 달러 등, 기상통신업무 현대화에 도합 7,835,688 달러가 소요될 것으로 예상된다.

기상예보업무 분야는 예보업무 개선에 938,966 달러, 수치예보업무 개선에 3,386,966 달러 등, 기상예보업무 현대화에 약 4,325,932 달러가 소요될 것으로 예상된다.

수문업무 현대화에 5,229,000 달러, 기후자료 관리 개선에 985,200 달러 등이 소요될 것으로 예상된다. 기타 응용기상업무의 경우, 농업기상 현대화에 1,603,956 달러가 소요되고, 항공기상업무 개선에 2,984,420 달러가 소요될 것이며, 해양기상업무 개선에 3,476,000 달러가 소요되고, 지진, 쓰나미 업무 개선에 2,155,172 달러가 소요될 것으로 예상된다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Table 109. Total budget for modernization of meteorological services of DMH (USD)

구 분		합 계	단 계		
			1 단계	2 단계	3 단계
기상관측	지상기상관측	3,334,849	2,011,919	1,322,930	
	고층기상관측	11,830,400	806,400	5,592,000	5,432,000
	기상레이더	13,500,000	4,200,000	3,300,000	6,000,000
	기상위성	5,602,000	42,000	4,030,000	1,530,000
	측기 검정	1,882,000	532,000	350,000	1,000,000
기상통신	국제통신	840,000	840,000		
	국내통신	137,026	93,961	29,580	13,485
	사무자동화	6,858,662	3,210,829	1,849,206	1,798,627
기상예보	기상예보	938,966	328,986	554,990	54,990
	수치예보	3,386,966	776,986	554,990	2,054,990
수문업무		5,229,000	3,759,000	985,000	485,000
기후자료 관리		985,200	655,200	330,000	
응용 기상	농업기상	1,603,986	923,986	340,000	340,000
	항공기상	2,984,420	1,316,000	934,210	734,210
	해양기상	3,476,000	896,000	1,340,000	1,240,000
지진·쓰나미		2,155,172	1,215,172	660,000	280,000
총 합계		64,744,647	21,608,439	22,172,906	20,963,302

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

6.2 현대화 계획 추진 방법

미얀마기상청의 전반적인 기상업무 현대화를 위하여 앞 절에서 보았듯이 약 6,474만 USD라는 막대한 비용이 필요하다. 현재의 미얀마 기상청 예산 상황을 볼 때 이와 같은 큰 예산은 마련할 수가 없다. 따라서 방법은 외국으로부터 도움을 받는 수밖에 없다.

외국으로부터 예산을 지원 받는 방법에는 2가지가 있다(그림 82). 하나는 무상원조를 받는 것이고, 다른 하나는 유상 차관을 도입하는 것이다. 무상원조는 금액이 비교적 적고, 유상차관은 금액이 큰 경우에 이용하게 된다. 이 그림에서 일반적인 경우 사전타당성 조사에 의하여 현대화 실행계획이 수립되고, 소요예산이 산출되면 사업 중 핵심이 되는 일부를 시범사업화(pilot project)하여 무상원조로 추진한다. 그런 다음 개도국에서 pilot project의 결과를 보고 나서 Loan에 의하여 전체 사업을 추진하게 된다.

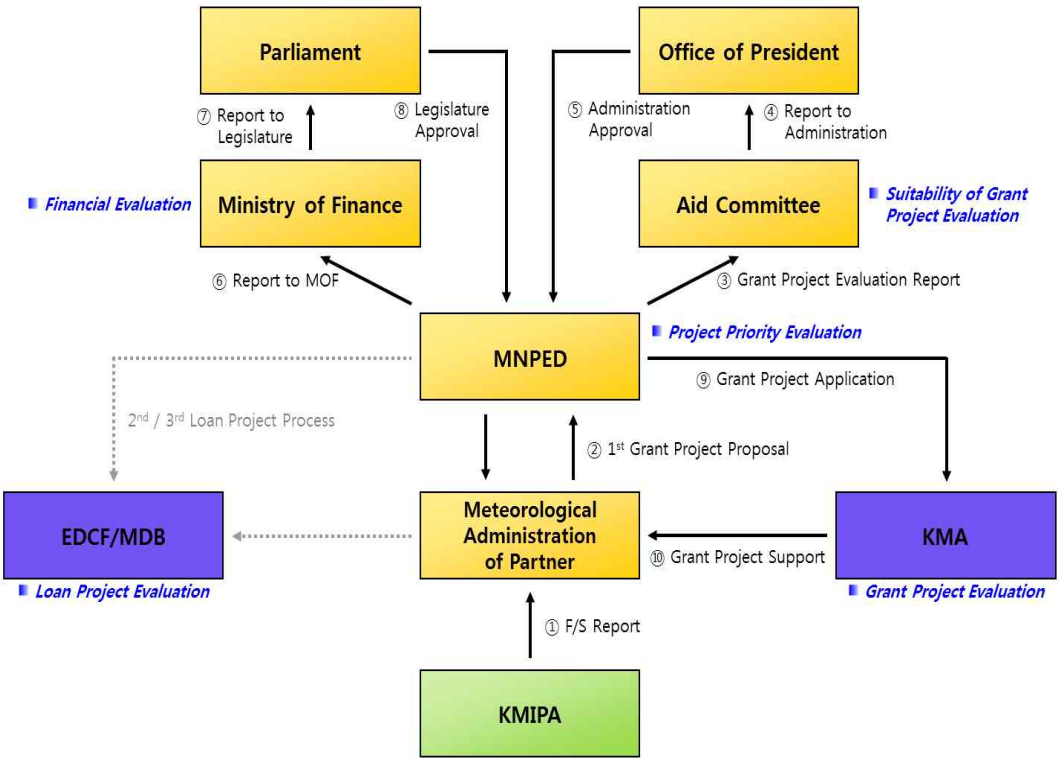


Fig. 82. Implementation process for grant and loan

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

개도국에 무상원조를 지원하는 것을 공적개발원조(ODA) 중에서 Grant라 하며, 한국에서는 주로 한국국제협력사업단(KOICA)이 담당하고 있다. Grant를 받는 절차는 그림 82에서 오른쪽에 나타나 있고, Loan을 받는 절차는 왼쪽에 나타나 있다. 먼저 미얀마 기상청은 타당성 조사결과에 의하여 시범사업을 결정하고, 이를 KOICA에 신청하기 위한 제안서를 작성하여 미얀마 경제개발기획부(MNPED)를 통해 원조위원회와 대통령실의 우선순위 인가를 받아 미얀마 KOICA 사무소에 제출하게 된다. 해외 KOICA 사무소에 제출된 각국의 사업 제안서는 한국의 KOICA 본부에 집계되어 심의를 거쳐서 사업이 선정된다.

따라서 본 사업이 채택되어 실행되기 위하여서는 미얀마 MNPED에서 미얀마 KOICA 사무실로 사업을 신청할 때 얼마나 우선도를 높이 평가받느냐가 사업 성립의 관건이 된다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

6.3 현대화 시범사업

미얀마 기상청의 기상업무 현대화 타당성 조사 결과를 현실화하기 위하여서는 타당성 조사 결과를 토대로 먼저 시범 사업을 결정해야 한다. 사업의 결정을 다음과 같이 수행한다.

6.3.1 시범사업 선정 방법론

시범사업을 결정하기 위한 기준에는 업무, 지역, 분야 등으로 분류하여 선택을 할 수 있다(표 110). 예를 들면 업무에 따라, 기상사업, 수문사업, 응용기상 사업 등으로 구분하여 우선도를 부여하고, 이 중 우선도 높은 업무를 시범사업 대상으로 선정할 수 있다.

마찬가지로, 지역적으로는 중부 미얀마, 북부 미얀마, 남부 미얀마 등으로 구분하고 우선도를 정하여 한 개 지역을 선택하여 시범 사업을 할 수 있다. 또한 업무 성격에 따라 관측, 정보통신 인프라, 위성수신시스템, 수치예보시스템 등 개선이 필요한 업무시스템을 나열하고 이를 우선도를 부여하여 하나의 시스템을 시범사업 대상으로 선정할 수도 있다.

Table 110. Criteria for selection of pilot project

분 류	내 용
서비스	1. Meteorology 2. Hydrology 3. Applied Meteorology
지 역	1. Center Myanmar 2. Lower Myanmar 3. Upper Myanmar
기타	1. Observation 2. Basic IT Infra 3. COMIS

표 111에는 미얀마 기상청의 업무를 관측, 통신, 예보, 수문, 응용기상, 지진 등으로 분류하고, 각 분야별로 시범 대상이 될 시스템의 우선순위를 부여한 내용

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

을 나타내고 있다. 예를 들면 관측분야에서 우선도 1순위 지상기상관측, 2순위 고층기상관측, 3순위 레이더 관측이다.

Table 111. Priority for implementation of action plan

분 류	우 선 도		
	1 순위	2 순위	3 순위
기상관측	Surface Observation	Upper Air Observation	Satellite
IT Infra	PC, Intranet Server, COMIS		
기상예보	Weather Watch	Objective Forecast	NWP
수문업무	Observation	Early Warning System	Forecast Model
응용기상	Agro Meteorology	Aviation Meteorology	Marine Meteorology
지진·쓰나미	Observation	Early Warning System	Analysis System

ICT 인프라 분야에서는 전 관서 PC와 LAN 설치, 중앙에 대형 서버 및 종합기상 소프트웨어를 설치하고, 이를 디지털통신망으로 연결하여 전국적인 기상청 인트라넷을 구축하는 것은 가장 핵심이 되고 시급하기 때문에 모두 1순위로 배정하였다.

예보 분야에서는 1순위 기상감시, 2순위 객관예보, 3순위 수치예보 등으로 우선도를 배정하였다.

수문업무의 경우 1순위 관측시스템, 2순위 조기경보시스템, 3순위 예보보델 등으로 배정하였다.

응용기상업무의 경우는 1순위 항공기상, 2순위 농업기상, 3순위 해양기상 등으로 배정하였다.

지진, 쓰나미 업무의 경우 1순위 관측망, 2순위 조기경보시스템, 3순위 분석시스템 순으로 우선도를 배정하였다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

6.3.2 시범사업 선정

미얀마기상청 기상업무 현대화 시범사업의 선정은 앞 절에서 수행한 우선도 분석 결과를 토대로 먼저 시행되어야 할 우선도가 높은 사업들을 조합하여 표 112, 표 113, 표 114와 같이 3가지 옵션을 선정하였다.

옵션 1은 가장 시급한 ICT 인프라에 관측분야의 지상기상관측 자동화, 기상예보 분야의 기본 예보 인프라를 구축하는 것이다. 이 경우 전 기상관서에 업무용 PC, LAN 구성, 자동기상관측장비 AWOS 또는 AWS를 설치하고, 중앙에는 대형 서버와 종합기상정보시스템 소프트웨어를 설치하며, 이를 디지털 통신망으로 연결하여 기상청 인트라넷을 구축하는 것이다. 그리고 예보실에 예보자용 워크스테이션 및 PC, 그리고 PC에서 운용되는 예보분석 소프트웨어 WebFAS를 설치하여 기본적인 온라인 기상업무 체계를 갖추는 것이다. 이렇게 될 때 미얀마 기상청의 기상업무는 실시간 업무체제를 갖추게 되는 것이다. 이 경우 총 6,628,625 달러 정도가 소요될 것으로 예상된다.

Table 112. Pilot project 1 - establishment of meteorological infrastructure

구 분	내 용
사업 내용	· 49 AWOS, 48 AWS · Online Network(Intranet) HQ - Regional Center - Station · All Station / Division PC, Central Server, COMIS · Weather Watch System · Forecast System
예산	· 1,871,919 + 1,122,930 = 2,994,849 USD · 93,961 + 3,210,829 = 3,304,790 USD · 328,986 USD · Total : 6,628,625 USD

옵션 2는 가장 시급한 ICT 인프라에 수위관측 자동화와 수문감시, 수문예보를 개선하는 것이다. 옵션 1과 마찬가지로 미얀마 기상청 전체에 인트라넷을 구성하여 온라인 업무 체제를 구축하고, 여기에 68개소 수위관측소를 자동화하여 실시간 수집체계를 갖추고, 기본적인 수문예보 및 조기경보시스템을 갖추는 것이다. 이

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

경우 미얀마기상청은 실시간 수문 감시 및 예보 체제를 갖추게 되는 것이다.

Table 113. Pilot project 2 - establishment of hydrological infrastructure

구 분	내 용
사업 내용	· 68 Water Level Automation · Online Network(Intranet) HQ - Regional Center - Station · All Station / Division PC, Central Server, COMIS · Hydrological Watch · Forecast System
예산	· 2,380,000 USD · 93,961 + 3,210,829 = 3,304,790 USD · 985,000 USD · Total : 6,669,790 USD

옵션 3은 시급한 개별 시스템을 나열하여 보았다. 여기에는 COMS 위성분석시스템, 수치예보시스템, 농업기상시스템, 지진 쓰나미 감시시스템 등이 포함될 수 있다. 이중 특히 COMS 위성자료 분석시스템을 KOICA에서 적극적으로 지원하고 있는 시스템으로 2012년도에 스리랑카, 2013년도에 필리핀에 지원사업을 추진 중에 있다. 수치예보시스템 또한 한국이 몽골에 지원하여 성공한 사례로서 이런 사업을 추진할 경우 효율적이 지원을 받을 수 있을 것이다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Table 114. Pilot project 3 - establishment of individual application project

구 분	내 용	예 산(USD)
관 측	1. COMS Receiving System	4,000,000
	2. Upper Air Observation System	2,630,000
	3. Radar	13,500,000
	4. Test and Calibration System	1,882,000
예보	1. NWP	3,386,966
응용 기상	1. Agro Meteorology	1,603,986
	2. Aviation Meteorology	2,984,420
	3. Marine Meteorology	3,476,000
지진 · 쓰나미	1. Earthquake Observation and Tsunami Warning System	2,155,172

앞서 옵션 1에서 옵션 3까지 선택 가능하도록 제안을 한다. 어떤 옵션을 선택하느냐는 미얀마 기상청의 의지에 전적으로 달려 있다. 전 세계 대부분의 국가 기상청에서 기상과 수문 업무를 같이 하는 경우가 일반적이어서 기상업무와 수문업무 모두 우선도가 높은 업무라 할 수 있다. 그러나 기상과 수문업무의 업무 성격의 시한성과 인과성을 고려할 때 많은 비가 내려야 홍수가 나듯이, 기상업무가 수문업무보다 선행한다. 따라서 미얀마기상청의 기상업무 현대화 시범사업은 옵션 1인 온라인 실시간 기상업무 인프라 구축하는 사업을 권고한다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

제7장 결론

< 미얀마기상청 현대화를 위한 방법론 >

우리나라는 2010년 DAC회원국 가입을 계기로 개발도상국에 대한 원조를 해마다 늘려가고 있다. 한국기상청(KMA)도 2012년도부터 개발도상국에 대한 기상원조를 수행하기 시작하여 해마다 예산을 증액하고 있다. 개도국에 대한 기상원조를 더 체계적으로 수행하기 위하여서는 해당 개도국의 기상서비스에 대한 종합적인 조사, 분석, 진단이 필요하다.

지금까지 개도국 국가기상업무의 현대화 타당성조사를 시도한 것은 지식경제부가 지원하고 있는 정보통신산업진흥원(NIPA)의 과제로 몽골의 국가기상업무 현대화 타당성조사와 미얀마의 기상정보시스템 현대화 타당성조사 사례가 있을 뿐이다. 개발도상국 국가기상업무 현대화를 위한 타당성조사나 마스터플랜 수립 방법론에는 정보과학 분야에서 활용하는 ISP, ISMP 등 여러 가지 방법론이 있겠으나, 본 논문에서는 ISP 방법론의 한 가지 응용형인 NIPA의 개도국 IT서비스 정보화컨설팅 수행 방법론을 적용하여 미얀마 사례를 분석하였다. 이 방법론은 환경분석, 현행업무분석, 미래모형설계, 실행계획수립 등으로 이루어진다.

< 미얀마기상청의 업무 환경 분석 >

미얀마는 지리적으로는 북동쪽으로 중국, 남동쪽으로 라오스, 태국, 남쪽으로 벵갈만, 안다만, 서쪽으로 인도, 방글라데시와 접해 있다. 기후특성으로는 열대몬순기후이나 북쪽은 아열대성기후를 나타낸다. 계절은 여름, 우기, 겨울 3계절이고, 여름은 3-5월이고, 우기는 6-10월이며, 겨울은 11-2월까지이다. 자연재해는 남서계절풍의 시작과 끝나는 시기에 싸이클론이 내습하며, 우기에는 집중호우, 뇌우, 홍수 피해가 발생한다. IT화 기상시스템 구축에 절대적인 영향을 주는 정보통신 인프라로는 유선전화, 이동통신, 인터넷의 가입율이 모두 한 자리 숫자이다.

내부적으로 미얀마 기상청(DMH)은 교통부 산하기관으로 기상, 수문, 지진업무를 관장하고 있다. 조직은 청장 밑에 본청과, 북부미얀마지방청 그리고 남부미얀마지방청이 있고, 그 산하에 14개 주 기상대가 있다. 정원은 1,425명이나 예산 부족으로 현원은 900명(2014년)이 근무하고 있고, 현원의 78% 이상이 대학 졸업이상으로 학력 수준이 높다. 2013년도 미얀마 기상청의 예산은 한화로 24.4억원이다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

< 미얀마기상청의 현행업무 분석 >

미얀마기상청에서는 기상관측업무는 모두가 수작업으로 이루어지고 있다. 따라서 지상관측은 97개 관측소에서 매 3시간마다 수작업으로 관측되고 있다. 고층관측은 양곤에서 매일 1회 관측한다. 소모품 부족이 원인이다. 기상레이더관측소는 1개소가 있으나 고장으로 사용 중단된 상태이고, 일본의 원조로 2017년까지 3개소에 S밴드 기상레이더를 신설할 예정이다. 위성수신소는 일본의 MTSAT 수신소와 중국의 FY2 수신기가 설치되어 있다. 그 중 중국의 FY2 위성수신기는 고장 중이다.

국내 기상자료 수집은 전화망과 SSB 통신으로 북부지방청(만달레이)과 남부지방청(양곤)에서 SSB와 전화로 1차 수집하여 본청(네피도)에 보고한다. 본청은 이를 PC에 입력하여 GTS회선에 전송한다. 외국의 기상자료는 인근 지역센터인 방콕과 뉴델리 RTH로 부터 인터넷 VPN 방식으로 수집하고 있다.

기상예보업무는 당일예보(일 5회), 10일예보(매월 8/18/28일), 월간예보(매월), 계절예보(4, 6, 8 월)를 발표한다. 위험기상을 위해서는 기상특보를 발표한다. 예보자료 분석을 위한 일기도 기입, 묘화는 수작업으로 수행하고, 외국의 예보자료를 수신하여 참조한다. 수치예보모델은 WRF모델이며, 미국의 NCEP의 수치예보 격자점 자료를 받아서 3일간 예보를 매일 1회 생산한다. 예보내용은 전화, FAX, 인터넷 등으로 배포하고, 스튜디오에서 일기예보 영상을 만들어서 방송국에 보낸다.

기상통계 업무는 모든 관측소로부터 매월 월간기상기록부 형태로 수집하여, 수작업으로 QC하고, PC에 입력하여 기상월보, 기상연보 등을 작성하여 각 정부부처에 배포하고 있다.

수문기상업무는 8대 주요 하천에 있는 68개 수문관측소에서 수위, 수온, 강수량을 관측하며, 경험식에 근거한 수위예보모델에 의거하여 30개 수문관측소 지점에 대하여 수위예보를 하고 있다.

17개 농업기상관측소에서 매일 낮 동안 수작업 관측을 하고, 관측자료는 순별로 수집하여 통계하며, 순별로 농업기상정보를 작성하여 관련기관 등에 배포하고 있다.

항공기상업무는 양곤국제공항기상관측소에서 매30분마다 METAR 관측을 하며 전국공항의 예보를 생산하고, 14개 국내 공항기상관측소는 매시간 관측하여 서비스하고 있다.

해양기상업무는 2곳에서 조위관측을 하며 일본이 제공한 STORM에 의하여 파랑예

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

보를 수행하고 있다.

지진·쓰나미 업무는 아날로그지진계 4개소, 가속도계 11개소, 광대역 지진계 6개소에서 지진관측을 하며, 8개소에서 GPS 관측을 하고, 네피도 지진자료센터에서 지진을 분석하여 유관기관에 통보하고 있다.

< 미얀마기상청의 미래모형 설계 >

미얀마기상청의 기상업무현대화 기본방향은 우선적으로 기존업무를 자동화, 전산화하여 실시간 연속감시 및 대비가 가능한 체제를 구축함으로서 고품질 기상정보서비스를 제공할 수 있도록 설계하였다. 업무별 세부설계내용은 다음과 같다.

기상관측업무는 실시간 자동관측체계로 개선한다. 지상기상관측업무는 49개 종관기상관측소에 AWOS를, 48개 기타관측소에 AWS를 설치하여 1분마다 자동관측을 실시한다. 관측 중단 중인 8개 고층관측소에서 라디오존데 관측을 재개하고, 추가하여 8개 공항관측소에는 윈드프로파일러를 설치한다. 기상레이더관측은 일본의 원조로 설치되는 3개소 외에도 4개소를 보완하여 전국토를 커버할 수 있게 한다. 기상위성관측은 COMS수신분석시스템을 도입하여 매 15분마다 위성자료를 수신할 수 있게 한다.

기상통신업무는 기존의 GTS 회선을 고속화하고, 통신서버를 도입하여 국제기상통신망 자료교환을 자동화 한다. 국내기상관측자료 수집을 위하여 각 관측소와 14개 주기상대 사이에 중속망을 구성하고, 본청과 14개 주기상대 간 고속망을 연결하여, 전국 관측자료의 중앙수집, 중앙의 예보자료의 분배를 원활하게 한다. 모든 기상대와 본청의 각과에는 사무자동화를 위한 PC를 도입하고, 본청에는 종합기상정보서비스를 위한 중형서버를 도입한다.

기상예보의 경우, 예보분석용 서버, 예보자용 워크스테이션, 수치예보를 위한 PC-Cluster를 도입하며, 객관분석 예보를 위한 SW를 도입하고, 선진국(예,KMA)과 연계하여 전지구모델 출력자료를 받아서 초기/경계자료로 사용할 수 있게 하고, 자료동화체계를 도입한다.

기상통계 및 기후자료 관리업무는 통계용 PC 설치, AQC 소프트웨어 도입, 대용량 스토리지, DBMS 시스템을 도입하여 전산화 한다.

수문기상업무는 68개 수문관측소에 자동수위측정기를 설치하고 홍수예측모델을 개발하며, 상습 침수구역에는 조기경보시스템을 설치한다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

농업기상업무는 농업용 AWS를 도입하여 농업관측을 자동화하고, 농사정보 작성용 소프트웨어를 개발한다.

양곤 등 국제공항 3개소에 항공기상자동관측장비(AMOS)를 도입하고, 공역예보수신(WIFS), 항공고정통신망(AFTN) 연결 확대, 비행장 통계예보 모델 등을 개발한다.

부이관측소를 5소로 확대하고, 조위관측소는 20소로 확대하며, 해양파랑 모델을 도입한다.

지진·쓰나미 업무는 광대역 지진관측소를 22소까지 확대하고, 실시간 수집체계를 구축하며, 지진분석시스템을 개발한다.

< 미얀마기상청의 현대화 실행계획 수립 >

미래모형 설계에서 제시된 개선대책을 우선도를 고려하여 3년씩 3단계로 추진하는 방안을 제시하였다. 1단계에는 실시간 업무체제 구축, 2단계에는 초단기 예보체제 구축, 3단계에는 수치예보시스템 구축 등에 초점을 맞추었다.

기상관측업무 중 지상기상관측 자동화는 1단계로 WMO 등록된 49개 관측소에 AWOS를 도입하고 2단계로 나머지 48개 관측소에 AWS도입하는 방안을 제시 하였으며 전체 예산은 333만 달러이다. 고층기상관측은 1단계로 라디오존데 4개소, 2단계로 라디오존데 4소와 윈드프로파일러 4개소, 3단계로 윈드프로파일러 4개소의 설립을 제시하였으며 전체 예산은 1,183만 달러이다. 기상레이더는 1단계와 2단계에 S밴드 레이더 1개소씩, 그리고 3단계에 2개소를 추가로 설치하여 전국을 카버하도록 했고, 예산은 1,350만 달러이다. 위성수신장비는 2단계에 정지위성(COMS) 수신시스템, 3단계에 극궤도위성 수신시스템을 도입하는 방안을 제시하였고, 전체 예산은 560만 달러이다. 측기검정장비 도입은 1단계에 온습도, 기압, 우량 검정장비를 도입하고, 2단계에 지방청 장비를 추가하며, 3단계에 풍동장비를 도입하는 방안을 제시하였고, 전체예산은 188만 달러이다.

기상통신업무는 1단계에 국제기상통신 기능 업그레이드 및 국내 기상관측자료의 실시간 수집망화, 본청-14개 주요기상대 간 고속통신망화 방안을 제시하였고, 예산은 98만 달러이다. 업무자동화는 1단계로 기상업무 실시간 수행체계를 구축하고, 2단계로 수문업무 실시간 수행체계화를 제시하였으며, 전체 예산은 685만 달러이다.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

기상예보업무는 1단계로 자동 예보분석시스템 구축, 2단계로 객관예보, 방재예보시스템 구축하는 방안을 제시하였으며, 예산은 94만 달러이다. 수치예보모델은 1, 2, 3단계를 계속해서 개발하고, 3단계에서는 모델 운영을 위한 슈퍼컴퓨터를 도입하는 방안을 제시하였으며 예산은 338만 달러이다.

기후자료 관리업무는 1단계로 기상통계업무 자동화를 위한 PC, AQC프로그램을 도입하는 방안, 2단계에 기후자료 복원을 위한 스캐너 등을 도입하는 방안을 제시하였으며, 예산은 99만 달러이다

수문업무는 1단계에 68개 수문관측을 자동화하고, 2단계에는 상류지역의 수문관측망을 확대하는 방안을 제시하였으며, 예산은 522만 달러이다.

농업기상업무는 1단계로 농업기상관측자동화, 2단계로 농업기상정보서비스 품질개선 방안을 제시하였으며 예산은 160만 달러이다.

항공기사업는 1단계로 양곤국제공항에 AMOS, WIFS 시스템 설치, 2, 3단계에는 다른 국제공항과 국내공항에 확대하는 방안을 제시하였으며, 예산은 298만 달러이다.

해양기상업무는 1~3단계까지 꾸준히 해양관측부이, 조위계를 확대 설치하고, 2단계에 해양파랑 모델을 도입하는 방안을 제시하였으며, 예산은 347만 달러이다.

지진·쓰나미 업무의 현대화는 1,2,3 단계에 꾸준히 광대역 지진관측망을 학대하며 1단계에 실시간 지진분석시스템을 설치하는 방안을 제시하였으며 전체 예산은 216만 달러이다.

< 시범사업 추진 >

앞에 제시한 현대화 사업을 추진하기 위하여서는 많은 예산이 소요되며, 개도국에서는 이런 큰 규모의 예산을 조달하기 위하여서는 개발 차관을 도입해야 한다. 차관을 위하여서는 기상청 보다 상위 정부기관의 승인이 필요하다. 상부 기관의 설득을 용이하게 하기 위하여 국가기상업무현대화의 성과를 미리 조감할 수 있는 시범사업을 무상원조사업으로 추진할 필요가 있다. 현대화 시범사업 추진을 위한 우선도가 가장 높은 사업은 첫째가 실시간 기상업무 체제를 구축하는 것이며, 둘째로는 실시간 수문업무 체제를 구축하는 것이다. 그 외에 개별 사업으로는 우리나라가 강점을 가지는 분야, 예를 들면 천리안위성 수신시스템, PC Cluster 베이스의 수치예보시스템, 기후자료 복원시스템 등이 될 수 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

< 결어 >

이 논문에서 사례분석을 한 미얀마 국가기상업무의 환경분석, 현행업무분석, 미래모형 설계, 실행계획 수립, 시범사업 선정 등의 흐름에서 보인 방법론, 조사 양식 등은 다른 개도국의 기상업무 현대화 타당성 조사 및 마스터플랜 수립 시에도 사용될 수 있는 좋은 참고사례가 될 수 있을 것이다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

참고 문헌

과학기술처, 1983; 한국형 최적 기상정보 시스템 연구(I), 46-74.

교육과학기술부, 행정안전부, 지식경제부, 방송통신위원회, 국가과학기술위원회, 2012; 스마트 국가 구현을 위한 빅데이터 마스터플랜. 43pp.

국제개발협력위원회, 2014; 대한민국 ODA 백서. 147pp.

국토교통부, 2013; 2013년도 해외건설 추진계획. 34pp.

국토해양부, ㈜한국공간정보통신 컨소시엄, 2012; 교통영향분석자료 DB구축에 따른 정보화전략계획(ISP) 수립 최종보고서, 91-120.

기상청, 2000; 2000년도 기상연감. 기상청. 54, 159-178.

기상청, 2004; 근대기상 100년사. 기상청. 24-30,48-86.

기상청, 2010; 기상산업진흥 기본계획. 기상청. 225pp.

기상청, 2013;「기상업무발전 기본계획('12~'16)」'13년도 추진실적 및 '14년도 시행계획(안), 국가과학기술심의회 운영위원회, 21pp.

기상청, 새아소프트(주), 2012; 기상분야 국제협력 활동 강화를 위한 전략 연구. 국제협력담당관실, 107pp.

기후변화대책위원회 과학연구개발반, 2008; 기후변화 대응 국가연구개발 중장기 마스터플랜(안). 59pp.

박노언, 이경재, 한국과학기술기획평가원, 2011; 기상관측·예보기술의 동향 및 시사점, 과학기술 및 연구개발사업 동향브리프, 2011-10, 33pp.

산업통상자원부, 2014; 우리기업의 신흥국 진출, 다자개발은행 등 글로벌 개발금융기관이 함께한다 보도자료, 4pp.

외교부, 환경부, KEITI, 2012; ASIA WATER MANAGEMENT FORUM 소개자료. 135pp.

이광현, EDCFKOREA, 한국수출입은행, 2012; 대외경제협력기금(EDCF)을 통한 해외사업 참여 지원. 62pp.

이윤빈, 한국과학기술기획평가원, 2007; 국가연구개발사업 사전타당성 조사 제도의 효과성 제고 방안. 2007-08, 31pp.

이천우, 2002; 국가기상업무의 경영혁신 방안에 관한 연구. 서울대학교 자연과학대학 과학 및 정책최고연구과정, 1-7.

이천우, 2012; 몽골기상청 기상업무 현대화 타당성 조사. 2012년도 기상학회 가을

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

학술발표 논문집, 462-463.

이천우, 2014; KMA의 국가기상업무 현대화 역사. 2014년도 한국기상학회 가을학술 발표회 초록집, 355-357.

이태열, 평가연구원 2006; 분석적 계층화(AHP)기업의 이해. 계간·감사, 봄호, 64-67.

정보통신정책연구원(KISDI), 2012; 해외진출 전략국가 ICT 마스터플랜 정책자문(Ⅲ). 기본연구, 12-17.

한국과학기술기획평가원, 교육과학기술부, 2012; 과학기술 국제협력 마스터플랜. 정책용역, 2012-007, 391pp.

한국기상산업진흥원 2013; 빅데이터 관점에서의 기상정보와 타산업간의 융합방안. 2013-04, ISSN 2288-4394, 20pp.

한국기상산업진흥원, 2012; 한국의 기상기후 산업 현황 발표자료. 기상·기후예측 정보의 산업적 활용 및 이익 창출 워크숍, 26pp.

한국기상산업진흥원, 2013; 기상기후산업 주요 권역별 시장조사 및 진출 방안. 99pp.

한국기상산업진흥원, 2013; 기상기후산업 해외진출 활성화를 위한 국제기구 현황 조사 및 조달시장 진출 방안. 78pp.

한국기상산업진흥원, 2014; 기상기후산업 일자리 창출 방안. 2014-02, ISSN 2288-4394, 11pp.

한국기상산업진흥원, 2014; 기상장비 국산화율 현황 및 전망. R&D브리프, 2014-01, ISSN 2288-4424, 15pp.

한국도로공사, 2006; 예비 타당성 조사와 타당성 조사의 차이점 및 타당성 평가방법. 도로 계획 및 설계 총괄. 1-3.

한국정보통신산업진흥원, 2009; 정보시스템 마스터프랜(ISMP) 방법론, 9-29.

한국정보통신산업진흥원, 2011; IT 국제개발협력 프레임워크, 1-34.

한국정보화진흥원(NIA), 2013; 2013년 10대 국가정보화 트렌드. 동향분석I, 1, 21pp.

한국정보화진흥원(NIA), 2013; 2013년 IT기술 트렌드 방향과 쟁점. 동향분석I, 6, 32pp.

한국조달연구원, 2014; 국제조달시장 참여활성화 방안 수립(글로벌 헬스케어 및 제약 산업 분야) 최종보고서. 286-306.

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

한국지역정보개발원(KLID), 2014; 2014년 정보화 트랜드. 2014년 지역정보화 동향 분석, 1, 9pp.

한국환경산업기술원, 2012; 기후변화에 대비한 기상기후산업 글로벌 시장진출 전략 수립. 기상산업정책과, KMIPA1012-1302, 408pp.

한국환경산업기술원, 2013; 기상기후산업 해외시장 타켓팅 상세분석 및 중장기 로드맵 연구. 기상산업정책과, KMIPA2013-11110, 336pp.

한국환경정책 평가연구원, 2012; 개도국 기상기후업무 지원사업 타당성조사. 기상청, 3-46.

해외건설협회, 한국외국어대학교, 서울시립대학교, 2011; MDB(Multilateral Development Bank) 투자 및 개발차관 활용을 위한 연구. 392pp.

환경관리공단, 환경부, 2008; 베트남 북부지역 대기모니터링 기초조사. Clean and Safe Air Quality, 307pp.

환경부, 한국환경산업기술원 2013; 아시아 환경시장 진출전략 및 환경산업 육성 지원사업 설명회. 2013-18, 109pp.

EDCFKOREA, 기획재정부, 한국수출입은행, 2013; 대외경제협력기금(Economic Development Cooperation Fund) 안내책자. 33pp.

GREEN GROWTH KOREA, 한국환경정책·평가연구원, 2012; 기후변화 적응 관련 유망 산업 발굴 및 활성화 방안 연구. 145pp.

KDI, 2013; 정책적/종합적 타당성분석:KDI방법론. 4pp.

KOTRA, 2014; 276억 달러 국제금융기구 조달시장을 잡아라(5개 국제금융기구(MDB) 조달관, 수원국 발주처 초정, KOTRA 아시아 개발은행 수원국 조달시장 진출 집중 지원) 보도자료, 6pp.

Martin, J., and J. Leben, 2008, ISP(Information Strategic Planning) 정보 전략 기획 방법론. 74pp.

NIPA, MKE, 2009; 정보시스템 마스터플랜(ISMP)방법론. 104pp.

NIPA, MKE, 2011; IT 국제개발협력 프레임 워크. 468pp.

NIPA, 문엔지니어링, 2013; 미얀마 기상정보시스템 현대화 F/S 보고서. 264pp.

NIPA, 문엔지니어링, 2013; 미얀마 기상정보시스템 현대화 F/S 보고서. 264pp.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

영문약어표

ADB	Asian Development Bank
ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler
ADPC	Asian Disaster Preparedness Center
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AFDB	African Development Bank
AFTN	Aeronautical Fixed Telecommunication Network
ARL	Air Resources Laboratory
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations
AWC	Aviation Weather Center
AWOS	Automatic Weather Observation System
AWS	Automatic Weather System
BCC	Beijing Climate Center
CCTV	Closed-Circuit Television
CDMA	Code Division Multiple Access
CEA	China Earthquake Administration
CIMSS	Cooperative Institue to Meteorological Satellite Studies
CMA	China Meteorological Administration
COMIS	Combined Meteorological Information System
COMS	Communication Ocean and Meteorological Satellite
DAC	Development Assistance Committee
DBMS	Database Management System
DMH	Department of Meteorology and Hydrology
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
EDCF	Economic Development Cooperation Fund
EOS	Earth Observatory of Singapore
FS	Feasibility Study
FSL	Forecast System Laboratory
FY-2	Fengyun-2
GCF	Green Climate Fund
GDP	Gross Domestic Product
GFS	Global Forecast System
GISC	Global Information Service Centre
GNI	Gross National Income
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
GTS	Global Telecommunication System
H/W	Hard Ware
HRIT	High Rate Information Transmission
ICT	Information & Communication Technology

Collection @ chosun

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

IFAS	Integrated Flood Analysis System
IIT	Indian Institute of Technology
IMD	India Meteorological Department
IoT	Internet of Things
IRI	International Research Institute for Climate and Society
ISMP	Information System Master Plan
ISP	Information Strategy Planning
IT	Information Technology
JICA	Japan International Cooperation Agency
JMA	Japan Meteorological Agency
JTWC	Joint Typhoon Warning Center
KDI	Korea Development Institute
KMA	Korea Meteorological Administration
KOICA	Korea International Cooperation Agency
LAN	Local Area Network
LRF	Long Range Forecasting
LRIT	Low Rate Information Transmission
MDUS	Medium Data scale Utilization Station
METAR	Meteorological Actual Report
MODIS	Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer
MOS	Model output statistics
MP	Master Plan
MPT	Myanmar Post and Telecommunications
MSS	Message Switching System
MTSAT	Multifunctional Transport Satellite
NC	National Center
NCAR	National Center for Atmospheric Research
NCEP	National Centers for Environmental Prediction
NEDC	National Earthquake Data Center
NIPA	National IT Industry Promotion Agency
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NWP	Numerical Weather Prediction
ODA	Official Development Assistance
OECD	Organisation for Economice Co-operation and Development
PPM	Perfect Prog Method
QC	Quality Control
R&D	Research and Development
RADAR	Radio Detecting and Ranging
RIMES	Regional Integrated Multi-Hazard Early Warning System
RMO	Regional Meteorological Office
RS-GIS	Remote Sensing - Geographic Information System
RTH	Regional Telecommunication Hub
RTSP	Regional Tsunami Advisory Services Provider

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

S/W	Soft Ware
SATAID	SATellite Animation and Interactive Diagnosis
SDUS	Small Data scale Utilization Station
SPECI	Special (METAR) Report
SSB	Single Side Band
SWOT	Strength, Weakness, Opportunity, Threat
TAF	Terminal Aerodrome Forecast in code
TMD	Thai Meteorological Department
UNESCO	United Nations Education Science Cultural Organization
UTC	Universal Time Coordinated
VCP	Voluntary Cooperation Programme
VPN	Virtual Private Network
VSAT	Very Small Aperture Terminal
WAFS	World Area Forecast System
WB	World Bank
WebFAS	Web Based Forecaster's Analysis System
WIFS	World Internet Forecast Service
WIS	WMO Information System
WMO	World Meteorological Organization
WRF model	Weather Research and Forecasting model
YSB	Yunnan Seismological Bureau Administration

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

사 사

오늘날 우리나라가 개발도상국의 기상청을 상대로 국가기상업무현대화 컨설팅을 수행할 수 있는 것은 국가기상업무의 현대화를 성공적으로 이룩하였기 때문이다. 지난 1980년대와 90년대의 우리나라 기상청의 현대화 과정을 되돌아보면, 한국의 기상청도 지금의 개발도상국과 똑같은 삭막한 상황에서 기상청의 현대화를 위하여 차관까지도 도입하겠다고 결단하신 선배님들과, 외부의 씽크탱크가 필요할 것이라고 KAIST와 육사 전자공학 교수부를 매칭시켜주신 과학담당비서관님과, 정부의 전산교육을 받고서 나를 따라서 기상업무 전산화에 동참해 주었던 동료들이 있었기 때문이다.

1964년도에 서울대학교 천문기상학과에 입학한 후, 1966년부터는 공군에서 기상관측업무를 하였고, 1970년에 기상청에서 입사한 후 정부의 전산교육을 받고서 기상청의 기상업무 현대화를 이룩한 후 2005년에 정년퇴임을 하였다. 2010년부터는 정부에서 퇴직 전문가 해외파견사업을 시작하였고, 몽골기상청에 기상자문관으로 나가셨던 홍성길 선배님의 요청으로 몽골기상청의 국가기상업무현대화 타당성조사사업을 한 것이 개도국 국가기상업무현대화 컨설팅의 시작이다. 이 논문은 처음으로 국가기상업무현대화 컨설팅에 관한 하나의 방법론을 제시하고 있다.

내가 박사과정에 지원한 것은 2000년도에 문승의 청장의 결단으로 각 대학에 산학연 협동과정이 만들어졌기 때문이다. 지금은 (주)웨더피아라는 이름으로 소기업인 기상전문회사를 운영하고 있지만, 우리의 현실은 소기업 대표이사가 회사를 운영하기 위하여서는 수많은 일들을 쉬지 않고 해야 한다. 이와 같은 상황에서 학위논문을 끝낼 수 있으리라고는 생각할 수 없었다. 그러나 이 모든 것을 가능하도록 후원하여 주시고, 격려하여 주신 류찬수 지도교수님께 진심으로 감사드립니다.

부족한 논문을 끝가지 읽어주시고, 세세한 부분까지도 조언을 하여주신 조주환 교수님, 노재식 박사님, 봉종헌 청장님, 홍성길 회장님께 머리 숙여 감사드립니다.

본 논문의 편집을 도와준 전종백 팀장, 하지수 씨 그리고 웨더피아 직원 여러분과 아빠의 도전을 응원해 준 자녀 종은, 상원, 상욱에게도 고마움을 표한다.

기상청의 현대화를 위한 나의 기도를 아름답게 응답하여 주신 하나님께 영광을 돌립니다.

2014년 12월

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Collection @ chosun