

자동 안개 채취기 개발

Development of an Automatic Fog Water Collector

이 승 규* 김 일 환**
Lee, Seung-Kew Kim, Il-Hwan

Abstract

In this paper, we present a development of automatic fog water collector that operates during fog events. This collector consists of fraction collectors, a wind hall and a fog sensor. When a fog event is begin, then the fog sensor would judge whether it is a fog or not. If a fog is detected, the fog would be gathered by air suction fans. At the same time, the wind direction, the wind velocity, the atmospheric temperature and pressure would be measured and recorded simultaneously. We are also developing a wireless communication system for the remote control and data analysis to collect, store and process the data collected in the automatic fog water collector.

키워드 : 안개채취기, 안개센서

Keywords : fog water collector, fog sensor

1. 서론

본 연구에서는 안개가 발생하는 시기부터 종료되는 시기까지, 자동으로 안개를 채취할 수 있는 자동 안개 채취기 개발에 대한 내용을 다루었다.

최근의 연구발표에 의하면, 산성비보다 산성안개에 더 많은 오염물질이 포함되어져 있는 것으로 알려지고 있다. 산성안개는 산성비와 비교해 볼 때, 지표면 부근에서 발생하여 대기 중에 장시간 체류하면서 농작물과 산림의 파괴, 건축물의 부식은 물론 인체의 건강에까지 영향을 미치는 요인으로 주목되고 있다. 이러한 피해를 줄이기 위하여 안개성분의 분석 및 안개 주의보 등을 발생시킬 수 있는 자동 안개 채취기를 개발하게 되었다.

자동 안개 채취기는 채수부 및 제어장치, 기상데이터 측정장치, 채취부, 안개감지 센서부의 4부분으로 구성되어 있다.

안개가 생성되면 센서부에서 판단을 내린 후 채취부와 채수부를 작동시켜 대기중의 공기를 흡입하여 안개를 채집한다. 동시에 일정한 간격으로 풍향, 풍속, 온도 및 기압 등의 기상데이터를 측정한다. 이렇게 하여 안개 채취기에 기록되어진 데이터를 컴퓨터에서 수집, 저장 및 처리가 가능하도록 원격제어 및 원격 데이터 분석을 위한 무선 통신 시스템을 개발하였다. 이는 안개에 관한 기상예보에도 일익을 함과 동시에 설치장소와 관리인력 확보의 애로사항을 적극 해소할 것이다.

안개채취기에 관한 연구는 외국의 기상학자들을 중심으로 1960년대부터 시작되었다.

안개채취기는 두가지 형태가 있는데 Passive형과 Active형이 있다. Passive형은 자연풍을 이용하여 안개채취기의 표면, 격자, 그물에 맺히는 안개를 모으는 것이다. Active형은 강제풍을 이용해서 안개를 포함한 공기를 흡입하여 그물, 격자에 충돌시키는 것, 가는 줄을 우산살과 같은 형태로 만들어 이를 회전시켜 안개에 충돌시키는 것, 가는 슬릿이 있는 입구를 축에 만들고 그 뒤에 채취병을 장착한 Rotating arm collector 그리고, Jet

* 강원대학교 제어계측공학과 석사과정

** 강원대학교 제어계측공학과 조교수

impactor를 이용한 안개채취기 등이 개발되었다.

본 논문에서는 강제풍을 이용한 Active형 자동 안개 채취기의 제작에 관한 사항을 다루었다.

자동 안개 채취기는 1~100 μ m 크기의 안개를 채집할 수 있고, 모든 채집 단계에서 안개의 화학적 조성을 보호하며 유지비용이 최소한으로 들도록 설계하였다.

2. 기상데이터 측정장치

이 장치는 안개를 채취하는 동안의 기상데이터를 측정하여 저장하는 부분이다. 풍향, 풍속, 온도 및 기압을 측정하며, 30초마다 기상데이터를 전송한다. 채취의 효율을 높이기 위하여 풍향계의 방향이 바뀔 때 따라서 채취부의 방향도 바뀌도록 제작하였다.

기상데이터 측정장치를 그림 1에 나타내었다.

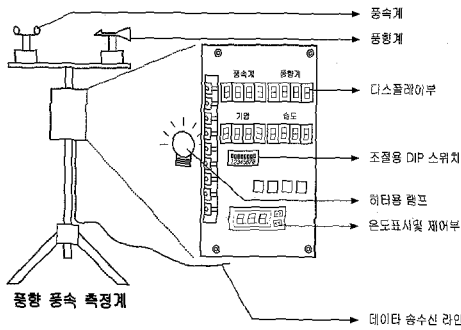


그림 1. 기상데이터 측정장치

냉장고는 모아진 시료의 변질을 막기 위하여 온도가 낮으면 높혀 주고, 온도가 높으면 낮추어 주어 적당한 온도를 유지하도록 설계하였다.

채집병은 모두 36개가 내부에 회전할 수 있는 구조로 되어있다. 채집병에 일정량의 안개방울이 저장되어지면, Focus sensor가 채집병에 안개가 가득 차 있다는 것을 판단한다. 그 후 채집병들이 회전을 하여 다음 채집병이 안개방울을 채집할 준비를 하게 된다.

안개 감지 센서부에서 안개인 것을 판단하면 앞, 뒤 door가 열리게 되고 동시에 suction fan 이 동작을 하여 안개를 빨아들이게 된다. 빨아들여진 안개들은 Collecting Net에 맺히게 되고 Collecting Net에 진동을 가하여 그 맺혀진 안개들이 아래로 흘러내려와서 채집병에 모이게 된다.

채수부를 그림 2에 나타내었다.

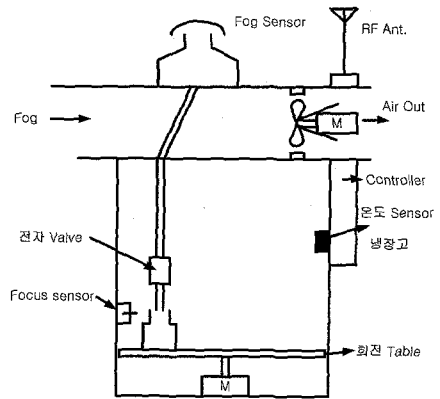


그림 2. 채수부

3. 채수부 및 제어장치 (Fraction Collector and Recorder)

채수부는 모아진 안개를 일정량씩 나누어 용기에 담아 보관하는 Fraction Collector부와 각 시료의 채취시간을 기록하여 기억하는 컴퓨터부로 구성하였으며, 채취된 안개가 변질되는 것을 막기 위하여 소형 냉장고 안에 장착시키는 구조로 제작하였다.

또한 안개채취기의 정보 시스템화가 가능하도록 설계하여 안개에 관한 기상예보에도 일익을 보탬과 동시에 설치장소와 관리인력 확보의 애로사항을 적극 해소할 수 있는 무인 자동 원격제어 및 원격 데이터 분석이 가능한 시스템을 개발하였다.

마이크로 프로세서를 이용하여 센서입력, fan 등의 입·출력장치제어, 무선 원격제어로 전원의 on/off 및 data 송출요구 등의 일을 처리한다.

다음은 개발한 소형냉장고의 자료사진이다.

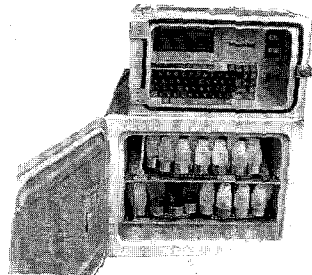


그림 3. 소형냉장고-1

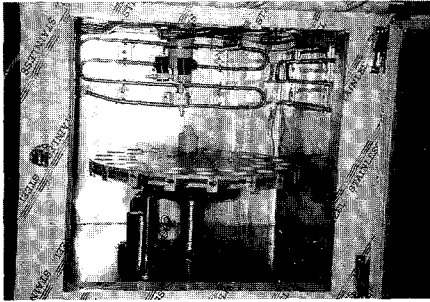


그림 4. 소형냉장고-2

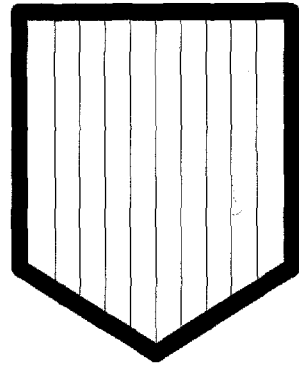


그림 6. 채취네트

4. 채취부(Wind Hall)

채취부는 몸체와 네트, 팬 부분으로 구성하였으며 흡입된 공기의 흐름에 와류와 단일팽창이 발생하지 않는 구조로 제작하는 것이 매우 중요하다.

안개입자를 충돌시키기 위하여 제작한 네트는 테프론 선을 사용하여 제작하였다.

네트 지지대는 아크릴로 제작하였다.

팬의 용량은 강제 흡입공기의 유속을 결정하는 인자로 채취되는 안개입자의 크기와 채취효율에 매우 큰 영향을 미치므로 비교 검토하여 결정하였다.

안개채취기의 채취부는 채취네트에 진동을 가하는 장치와 바람의 방향에 따라 채취부가 회전하여 채취효율을 높이는 구동기능을 부가하였다.

suction fan은 DC 12V 100W로 동작하고, 제작된 후드 내 air sampling rate는 800~1000m³/hour이며, air flow는 5~8m/sec의 성능을 낸다.

채취부와 채취네트를 그림 3, 그림 4에 나타내었다:

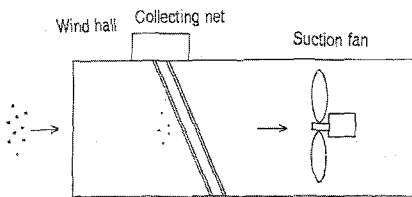


그림 5. 채취부(몸체,네트,팬)

5. 안개 감지 센서부(Fog Sensor)

안개채취기를 자동화하기 위하여 필요한 부분으로, 공기를 흡입하여 피복을 입히지 않은 백금선에 안개를 충돌시킨다. 백금선에 맺혀진 안개방울이 백금선의 저항값을 바꾸게 되며, 이 값을 측정하여, 현재 기상 상태가 비가 오는 것인지 아니면 안개가 낀 것인지를 판단한다. 안개인 것으로 판단이 되면 채취부(Wind Hall)의 앞, 뒤 door를 열고 suction fan을 동작시켜 공기를 흡입하게 된다.

안개 감지 센서부의 상단부에는 빗물이 들어가지 않도록 물흡입 방지부를 설치하였으며, 공기를 흡입하기 위하여 센서부 내부에도 fan을 장착하였다.

안개 감지 센서부를 그림 7에 나타내었다.

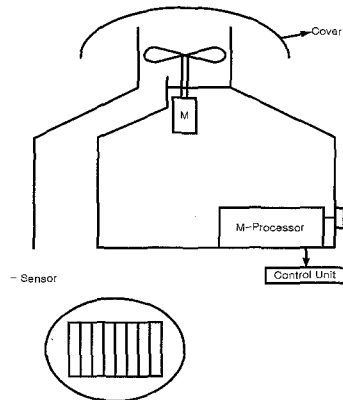


그림 7. 안개감지 센서부 (Fog Sensor)

전체적인 구성은 그림 8, 9, 10과 같다.

6. 순서도

자동안개채집기의 프로그램 진행 상황을 간단히 순서도로 나타내어 보았다.

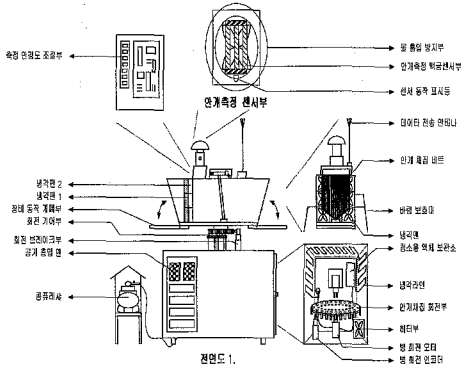


그림 8 . 메인 장치

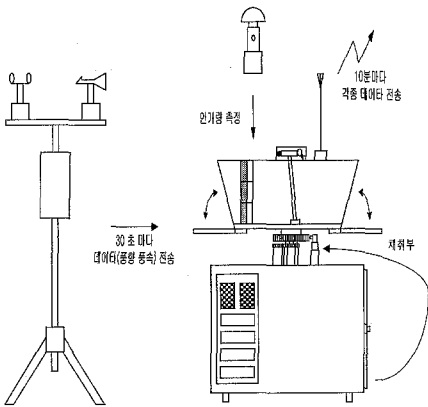


그림 9 . 전체 블록도 1

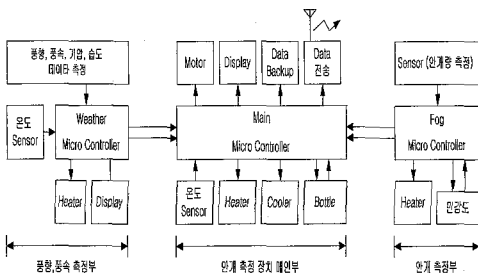


그림 10 . 전체 블록도 II

6.1 FOG Sensor Control 부

다음은 fog sensor 부분의 프로그램 흐름을 순서도로 나타낸 그림이다.

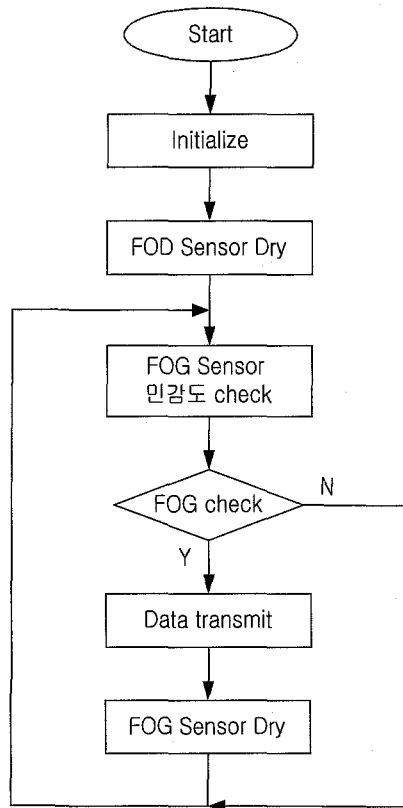


그림 11. fog sensor control part

사용하고 있는 CPU는 89C51이며, FOG Sensor 민감도 check - Dip sw(2-4)의 비트 값에 의해서 안개 측정 민감도를 설정하고 있다.

6.2 Weather Control 부

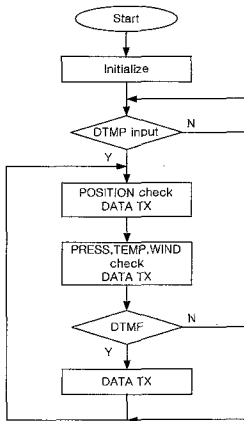


그림 12. weather control part

역시 사용하고 있는 CPU는 89C51이며, 이 part는 wind direction, wind velocity, atmospheric temperature, atmospheric pressure 등을 측정하여 이들 각각의 데이터를 main part로 넘겨준다. 우선적으로 position 데이터를 전송하는데 이 데이터는 안개 집진 장치의 FOG check를 위한 rotator의 회전에 영향을 주는 데이터이므로 우선적으로 전송 후 나머지 기상 데이터를 전송한다. (DTMF 조건문)

6.3 Main Control 부

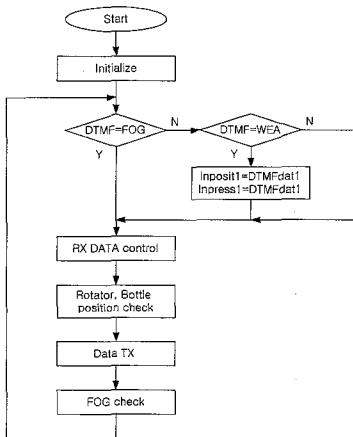


그림 13. main control part

DTMF에 의한 데이터가 fog인지 rain인지 먼저 확인한 후 원하는 데이터일 경우 해당하는 Inposit1(position)과 Inpress1(기압, 온도 풍향) 비트를 set 해서 RX 데이터를 control한다. 이 데이터를 근거로 rotator의 위치 이동과 수집병의 물 양을 check 후 위치를 회전한다. 매 10분마다 데이터를 전송한 후 FOG check를 다시 수행한다.

7. 결론

본 논문에서는 안개를 자동으로 채취할 수 있는 자동안개채취기에 대해서 설명하였다. 안개를 자동으로 채취하기 위하여 안개센서를 개발했고, 채취부(wind hall)와 채수부(fraction collector and recorder)는 안개를 효과적으로 채취하도록 설계하였다. suction fan을 동작시키기 위하여 콤퓨레샤를 사용하였고, 풍향에 따라서 채취부가 회전을하도록 설계하였다. 그리고 제어장치에 기록되어진 data를 10분마다 DTMF 송신장치를 통하여 무선으로 전송하는 방식을 택하였다.

현장에 직접 설치한 후 먼지와 곤충으로 인한 오염이 발생되어 이에 대한 대책이 연구되어야 하겠다. 안개센서의 민감도를 조절하는 부분은 설치하는 곳의 지리적 특성에 맞도록 경험적으로 조절해 주었다.

자동안개채취기를 통하여 얻어진 산성안개의 화학적 조성을 잘 연구하여 산성안개로 인한 각종 피해가 줄어들고, 안개에 관한 기상예보에도 일익을 함과 동시에 설치장소와 관리인력 확보의 애로 사항들이 적극 해소되기를 기대한다.

참고문헌

- [1] Gu'nther Schmitt, "The Temporal Distribution of Trace Element Concentration in Fogwater during Individual Fog Events", Atmospheric pollutants in forest areas, edited by H.-W. Geogii, pp. 143-157, 1986
- [2] Hering. Suanne V, Donald L. Blumenthal, Robert L. Brewer, Alan Gertler, Michael Hoffmann, John A. Kadlecck, and Keith Pettus, "Field Intercomparison of Five Types of Fogwater Collectors", Environmental Science Technol, 21, pp. 654-663, 1987
- [3] Jacob. Daniel J., Jed M. Waldman, Mehrdad Haghi, Michael R. Hoffmann, and Richard C. Flagan, "Instrument to collect fogwater for chemical analysis", Environmental Engineering Science, pp. 1291-1293, 1985

- [4] Bruce Daube, Kenenth D. Kimball, Peter A. Lamar and Kathleen C. Weathers, "Two New Ground-level cloud water sampler Desings which reduce rain contamination", Atmospheric Environment, 21(4), pp. 893-900, 1987
- [5] Frank Dro"scher, "Design of a Fog water collector for chemical analysis", Atmospheric pollutants in forest areas, edited by H.-W. Geogii, pp. 111-123, 1986
- [6] Clyde E. Asbury, Frank A. Vertucci, Mark D. Mattson, Gene E. Likens, "Acidification of Adirondack Lakes", Environ, Sci. technol. 23, pp. 362-365, 1989
- [7] Eva C. Voldner, and Mayer Alvo, "Estimation of Wet Deposition of sulfur, Nitrogen, Cadmium, and lead to the Great Lakes", Environ. Sci. Technol, 27, pp. 292-298, 1993
- [8] Ingvar Nilsson. S, "Why is lake Gardsjon Acid? - An evaluation of processes contributing to soil and water acidification", Ecological Bulletins, 37, pp. 311-318, 1985
- [9] William H. Schroeder, and Douglas A. Lane, "The fate of toxic airborne pollutants", Environ, Sci. technol, 22(3), pp. 240-246, 1988