

기후조건 변화에 따른 산불확산 변화 비교

이시영 · 박홍석*

강원대학교 방재기술전문대학원, 동국대학교 환경생태공학과 **

Comparison a Forest Fire Spread variation according to weather condition change

Si-Young Lee · Houg Sek Park*

Professional Graduate School of Disaster Prevention Technology, Kangwon National University

*Environmental and Ecological Engineering, E-mail : parkhs08@hanafos.com

ABSTRACT

We simulated a forest fire which was occurred in Yangyang area on 2005 and compared a results between two different weather conditions(real weather condition and mean weather condition since 1968) using FARSITE, which is a forest fire spread simulator for preventing and predicting fire in USDA. And, we researched a problem in the transition for introducing, so we serve the basic method for prevention and attacking fire. In the result, severe weather condition on 2005 effected a forest fire behavior. The rate of spread under real weather condition was about 4 times faster than mean weather condition. Damaged area was about 10 time than mean weather condition. Therefore, Climate change will make a more sever fire season. As we will encounter to need for accurate prediction in near future, it will be necessary to predict a forest fire linked with future wether and fuel condition.

Keyword : forest fire, weather condition, spread simulator, FARSITE

1. 서론

최근 동해안 지역에서 대형 산불이 자주 발생하고 있으며, 이의 피해에 대한 사회적 관심이 높아지면서, 이에 대한 피해를 감소하고자 하는 노력이 증가하고 있다(방재환경연구센터,2005). 이에 대한 일환으로 재앙적인 산불 확산을 최소화하기 위한 처방화의 연료 연속성 감소 효과를 최적화하기 위한 연구가 지속되고 있으며(Carlos Loureiro 등,2002), 이를 위해 산불 행동을 예측하기 위한 시뮬레이션이 개발이 되고 있다. 대표적인 예로는 미국의 FARSITE와 캐나다의 Prometheus 등이 있으며, 우리나라에서는 산림 과학원에서 개발한 '산불 확산 예측 프로그램'이 있다(이병두,2005. 정주상,2001).

그러므로, 각 시뮬레이션의 비교와 실제 적용에 대한 연구를 통해 향후 최적의 시뮬레이션 프로그램의 개발을 위한 연구가 보다 요구되는 상황이다. 또한, 시뮬레이션과 실제 산불의 예측과의 관계는 무척 어려운 작업이며, 실제적인 산불 구성 요소에 따라 산불강도와 산불행태가 변화하는 것은 주지의 사실이다(Richard Rothermel, 1991). 하지만, 최근 기후변화의 예측에 의하면, 기후조건 변화가 산불의 상황을 변화시킬 것으로 예상되어(Anthony Westerling,2008), 이에 대한 연구가 시급하다고 하겠다.

따라서 본 연구는 FARSITE를 이용하여 2005년도 양양 산불 당시의 실제 기상조건과 그 지역의 과거 30년간의 평균 기상조건 하에서의 산불행태를 시뮬레이션을 통해 비교함으로써, 향후 기후 변화에 따른 산불의 영향을 예측 할 목적으로 수행하였다.

2. 조사지역 및 연구 방법

2.1 조사대상지

시뮬레이션과 비교를 위해 자료가 조사된 바 있는 강원도 양양군 양양읍 화일리 야산에서 2005년도에 발생한 산불을 대상으로 하였다. 이 산불로 인해 약 1,000ha의 산림이 소실되었으며, 최대 확산 속도는 1.21km, 총 피해 면적은 1,837ha로 조사되었다. 또한, 확산 방향은 동쪽으로 확산한 뒤 남쪽과 북쪽으로 확산한 것으로 보고되었다(이병두 등, 2005).

2.2 FARSITE의 개요.

FARSITE는 지표화 확산, 수관화 확산, 비화, 점 근원 산불 가속화, 그리고 연료 습도에 대한 현존하는 산불 행동 모형을 구체화하기 위한 시뮬레이션이다.

이차원적인 산불의 형상은 일반적으로 타원형으로 가정하며, 산불 성장 모형화(Huygenes' 정의)에 의해 벡터 혹은 파장 확산으로 표현하였다. 이것에 의하면 산불의 전면은 특정한 시간 단계로 지속적으로 확장되는 산불 폴리곤에 의해 퍼져나가며, 산불 폴리곤은 일련의 이차원 정점(X,Y축 상의 점)에 의해 정해진다. 정점의 숫자는 산불이 시간에 따라 성장함에 의해(폴리곤이 확장함에 의해) 늘어난다. 산불 폴리곤의 확장은 각각의 정점으로 부터의 방향과 확산속도를 계산하고, 시간 단계의 지속에 의해 증가시킴에 의해서 이루어진다. 산불 전면의 확산 방향과 정도는 타원형의 변형에 의한 최대 확장의 정도와 방향으로부터 얻어진다. 산불의 단지 머리 부분에서의 확산 정도는 Rothermel의 산불 확산 식에 근거하여 추측된다. 또한 뒷불 확산 비율에 의해 산불의 위치를 더욱 정확하게 계산한다(Finney, 1998).

이와 같이 FARSITE는 현존하는 산불 확산 모형을 활용하여, 현재 지역이 가지는 조건과 산불 확산을 Huygenes의 정의에 적용하여, 산불 외곽선 상의 각각 정점에서의 산불 환경을 사용하고, 각 시간 단계 별로 타원형의 파장을 배열하는 것으로 산불 확산 시뮬레이션을 구현하는 프로그램이다.

2.3. 시험 방법

FARSITE는 가상 구현을 위한 입력 자료로써, 고도 자료, 경사 자료, 사면 자료와 같은 지형자료와 수관 울폐도, 수고, 지하고 수관 밀도와 같은 임상 자료, 그리고 연료 모형, 낙엽층 중량, 그리고 굵은 연료량과 연료 수분과 같은 연료 자료가 필요하며, 기상자료와 풍향과 풍속 정보와 같은 기상 자료가 필요하다.

2.3.1 지형자료.

FARSITE는 가상 구현을 위한 필수 입력 자료로 고도, 경사도, 사면향 자료가 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 FARSITE의 매뉴얼을 참조하여, 대상지의 수치지형도(DEM)를 사용하여 ARCView를 통해 각각의 입력 자료를 ASCII 파일로 변환하였으며, 변환 자료를 각각 FARSITE에 입력하였다. 대상지의 수치 지형도는 국가 지리 정보망에서 유료로 판매하는 1:25,000 축적의 수치 지형도를 구매하여 사용하였다.

2.3.2 임상자료

FARSITE는 가상 구현을 위한 필수 입력 자료로 수관울폐도(canopy cover) 자료가 필요하며, 부가적인 입력 자료로 수고, 지하고, 수관 밀도 자료가 필요하다. 따라서, 대상지의 수치 임상도를 사용하여 ARCview를 사용하여 각각의 입력 자료를 ASCII 파일로 변환 하였으며, 변환 자료를 각각

FARSITE 에 입력하였다. 대상지의 수치 임상도는 기존 산림과학원에서 제작한 1:25,000 수치 임상도를 근거로 현장 조사를 통해 자료를 변환하였다.

2.3.2.1 연료 모형

연료 모형은 중요한 단계이다. FARSITE에서는 Anderson의 표준 13가지 모형(Anderson,1982)과 Scott과 Burgan의 동적 연료 모형을 사용하도록 설계되어 있다. 입력을 위해 산림청의 1:25,000 임상도를 바탕으로 현장 조사 후 각 식생 별로 Anderson의 표준 모형에 따라, 연료 형을 부여한 후, ArcView에서 그리드화 작업을 거쳐, ASCII 포맷으로 변환 후 입력하였다(Quan Yu,2002).

2.3.2.2 수관 율폐도(소밀도)

수관 율폐도란, 단위 면적에서 수관이 차지하는 면적을 나타낸 것으로 수관화의 강도를 측정하는 척도가 될 수 있다. 본 연구에서는 연료모형 지도 제작에 사용된 산림청의 1:25,000 임상도를 사용하여, FARSITE의 카테고리 입력 방식 채용하였다. 이 방식을 사용하여 ArcView를 이용, 임상도 상의 소를 2, 중을 3, 밀을 4로 각각 입력하였다.

2.3.3 기상자료

기상 자료는 온도와 습도를 기상인자로서 입력하며, 특히, 중요한 바람 관계 인자들은 풍향과 풍속을 시간대 별로 입력하여 자체 편집기를 사용하여 ASCII 포맷으로 입력하였다. 금번 연구에서는 속초 기상대의 2005년 양양 산불의 기상 자료와 1968년부터 2007년까지의 동일 기상대의 자료 중 2005년 산불이 발생한 4월 4일, 5일, 6일의 평균 값을 이용하여 각각 입력하였다. 기상 조건의 비교 결과, 기온은 평균 약 6도가 높았으며, 습도는 26%가 낮았고, 풍속은 1m가 빠른 것으로 조사되었다.

2.3.3.1 기상인자파일

기상 인자 파일은 다음과 같은 포맷으로 입력되며 FARSITE의 자체 편집기를 사용하여 입력하였다.

MonthDay강우량Hour1Hour21의온도2의온도1의습도2의습도측정고도

2.3.3.2 바람인자파일

바람 인자 파일은 다음과 같은 포맷으로 FARSITE의 자체 편집기를 사용하여 입력하였다.

MonthDayHour 풍속풍향그룹커버

2.3.4 기타자료

기타 입력 자료는 초기 연료 수분 파일과 조정인자 파일, 지하고 파일 등이 FARSITE 입력의 기본인 프로젝트 파일을 입력하기 위해 필요하다. 그 중 다음 입력 값이 반드시 필요하므로 아래와 같이 입력하였다.

2.3.4.1 초기연료수분파일

초기 연료 수분 파일은 지역의 산불 당시의 수분 상황을 반영하기 위한 입력 값으로써, 초기의 산

불 확산에 중요한 영향을 미치는 인자이다. 본 연구에서는 양양 산불 당시의 기초자료가 없는 관계로 기본 입력 값을 입력하였다.

2.3.4.2 조정 인자 파일

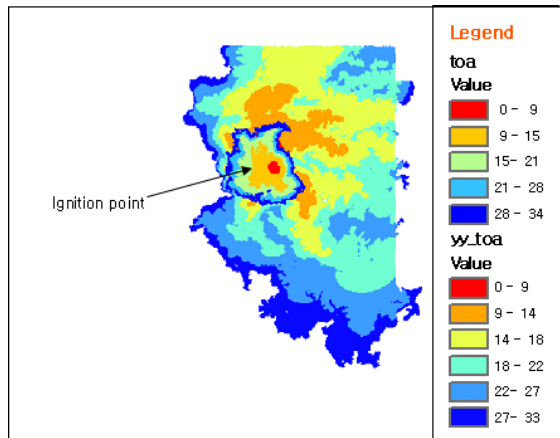
조정 인자 파일은 산불 확산 패턴을 조정하여 시뮬레이션을 보다 실제에 가깝게 하기 위해 지역적 인 자료나 경험적인 판단을 사용하여 확산의 비율 값을 조정하는 것이다. 본 연구에서는 기존 산불과의 차이를 확인하고 이에 대한 이유를 고찰하기 위해 초기 값으로 입력하였다.

3. 결과 및 고찰

시뮬레이션은 실제의 기상조건 하에서 그리고 평균 기상 조건 하에서 3회 반복 실시하였으며, 산불 모형은 finney의 모형을 사용하였다. 모든 결과는 레스터 값으로 변환 후, 산불 확산 방향, 산불 확산 비율, 그리고 산불 피해 면적에 대해 두가지 상황을 비교 하였다.

3.1 산불 확산 방향 비교

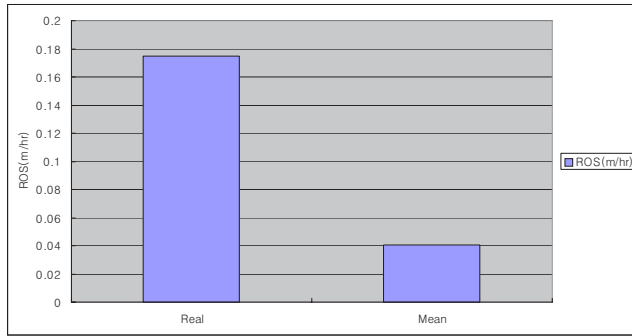
실제 조사 결과 실제 산불은 발생 후 8시간 만에 동해안에 도달할 정도로 빠르게 도달하여, 이후 남과 북 그리고 서쪽 방향으로 확산 한 것으로 조사되었다. 실제 기상 조건 하의 시뮬레이션에서는 산불 확산 방향이 초기에 북동과 동쪽으로 확산한 후, 약 17 시간 만에 해안선에 도달한 후에 다시 해안선을 따라 북쪽으로 확장하였으며, 남쪽과 남동 방향으로 확장하였다. 하지만, 평균적인 기상 조건 하에서는 산불은 해안에 도달하지 못하였고, 오히려 서쪽으로 진행되는 상황을 보여 주었다. 이러한 확산 형태는 그 지역의 지난 30년 간의 평균 기상 조건이 산불의 빠른 확산을 야기하지 않는 온화한 조건이었음을 반증하는 것으로 보인다 <그림1> .



<그림1> 산불 확산 시간(단위:시간)

3.2 산불 확산 속도 비교

실제 산불은 0.65km/hr의 확산 속도를 갖는 것으로 보고 되었으며, 본 연구에서는 <그림2> 와 같이 실제 기상 조건 하의 시뮬레이션 결과 평균 0.17km/hr의 확산 속도를 갖는 것으로 산출 되었다.



〈그림2〉 산불 확산 비율 비교(단위:km/hr)

이에 반해 평균적인 조건 하에서는 0.04km/hr의 확산 속도를 갖는 것으로 산출되었다. 이는 2005년 양양 산불 당시의 기상 조건이 실제 산불의 확산에 상당한 영향을 준 것을 보여주는 좋은 예이다.

3.3 산불 피해 면적 비교

실제 조사 결과는 전체 피해 지역은 1,387ha 였고, 그 중 80