

GIS를 이용한 청양·예산 산불연소특성 분석

원명수, 이시영, 김동현, 이명보
임업연구원 산불연구과

Analysis of Forest Fire Spread Rate and Behaviour in Cheongyang · Yeasan Using GIS

Myoung Soo, Won, Si-Young Lee, Dong Hyun, Kim, Myung Bo, Lee
Division of Forest Fire, Korea Forest Research Institute

1. 서론

1996년 4월과 2000년 4월에 발생한 영동지역의 고성·동해·강릉·삼척·울진 산불은 동해안지역을 따라 거의 동시다발적으로 산불이 발생하여 건국 이래 최대의 초대형 산불 피해(23,794ha)를 주었다. 그런데 2002년에는 그 동안의 상식을 넘어 서해안 지역에서 대형산불이 발생하였다. 2002년 봄철(1.1~5.15) 30ha이상의 대형산불 8건 중 7건이 서해안 지역(청양, 익산, 김제, 군산, 정읍, 나주)에서 발생하였고, 특히 익산지역의 경우 지상진화 대원인 공익근무요원 4명이 진화도중 2~3도의 화상을 입었고, 그 외에도 많은 재산피해를 주었다. 이것은 전국 어느 지역도 대형산불에서 안전지대가 없음을 말해주는 것이며, 작년 서해안지역 산불을 계기로 야산지대에 대한 적극적인 산불방지대책 수립의 필요성을 야기시켰다. 따라서 청양·예산 산불연소특성을 분석하여 산불방지의 기초자료를 제시코자 한다.

2. 연구방법

산불 초기발화지점부터 종료지점까지 산불피해지역을 답사하면서 산불의 진행방향과 진행시간 및 기상자료를 조사하였다. 특히, 산불의 진행시간과 확산방향은 임상, 지형조건을 고려하고, 산불의 피해상태를 보면서 지역주민의 탐문조사를 실시하였고, 예산, 청양군청 산불대응일지를 활용하였다. 산불현장 조사후 1:25,000 수치지형도(국립지리원)를 이용하여 시간대별 산불의 연소확산상황을 도면화하여 GIS를 이용한 입체지형도를 작성하였고, 산불의 대형화 요인을 분석하였다.

표 1. 주요대형산불의 연소속도

구분	발화일	피해면적 (ha)	순간최대풍속 (m/s)	최대연소속도 (km/h)
고성산불	1996. 04. 23	3,762	27	1.0
동해안산불 (삼척산불)	2000. 04. 07	17,097	23.7	1.6
청양·예산산불	2002. 04. 14	3,095	15.1	8.8

3.2 연소특성조사

GIS를 이용한 DEM(경사, 사면향 등)자료 분석 및 임상별, 바람장에 따른 산불연소특성 조사결과 바람의 방향과 일치하는 남향사면의 침엽수림에서 피해가 극심하게 나타났으며, 북향사면의 지형에서는 지표화에서 편면연소 그리고 수관화를 통해 하향연소상에서 상향연소상으로 발전하는 연소형태를 보였다. 산불피해지의 연소형태 및 편면연소조사를 통해 비화발생지점을 추정하여 조사하였다.

3.3 대형화 요인

청양·예산산불은 <표 1>과 같이 단일 산불발생건수로는 2000년 4월 삼척산불(17,097 ha), 1996년 4월 고성산불(3,762ha)에 이어 3번째로 큰 피해면적을 나타내었다. 청양·예산과 같이 서해안 야산지대 산불에서도 동해안 해안 및 고산지대 산불과 같이 대형화된 산불현상으로, 이러한 특징은 전국 어느 지역도 산불에서 안전지대는 없음을 나타내고 있다. 2002년 청양·예산산불에서 보여지는 대형화요인은 <표 2>와 같이 1996년 고성산불, 2000년 동해안산불과 같이 기상인자, 연료의 배열상 및 임내 가연물 축적 및 내화성이 약한 침엽수림의 임상면적비율의 증가, 확산이 용이한 지형적 구조 등 대형화 요인의 공통점을 가진다.

표 2. 대형산불의 산불인자의 비교

구분	1996년 고성	2000년 동해안(삼척)	2002년 청양·예산
기상	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 최대풍속 : 27m/sec ◦ 상대습도 : 26~35% ◦ 산불위험지수 : 82~91 ◦ 건조주의보 발효 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 최대풍속 : 23.7m/sec ◦ 상대습도 : 14~18% ◦ 산불위험지수 : 95이상 ◦ 폭풍주의보, 건조주의보 발효 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 최대풍속 : 15.1m/sec ◦ 상대습도 : 14~18% ◦ 산불위험지수 : 82~91 ◦ 폭풍주의보, 건조주의보 발효
임상 (연료)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 침엽수림 : 63% ◦ 혼효림 : 31% ◦ 활엽수림 : 6% 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 침엽수림 : 66.8% ◦ 혼효림 : 16.5% ◦ 활엽수림 : 16.7% 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 침엽수림 : 59% ◦ 혼효림 : 29% ◦ 활엽수림 : 12%
지형	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 해발 300m이하의 서고동저형의 구릉성 저지형 ◦ 지형의 변화와 기복이 큼 ◦ 골짜기 형태의 급경사지 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 서고동저형의 저지형 ◦ 지형의 변화와 기복이 큼 ◦ 골짜기 형태의 급경사지 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 해발 460m이하의 동고서저형의 골짜기지형 ◦ 지형의 변화와 기복이 큼 ◦ 골짜기 형태의 급경사지

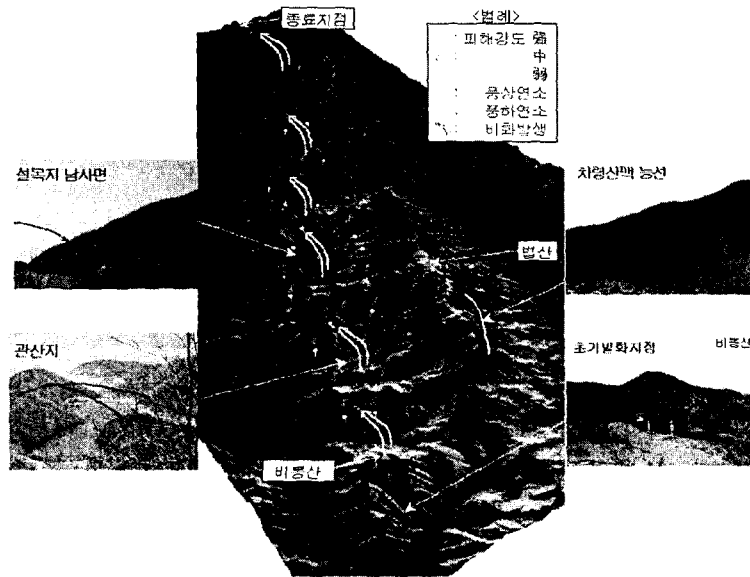


그림 2. 산불 확산 특성

산불조사를 통한 이것은 최근 이상건조기후 지속적으로 연소물이 극히 건조해 있고, 바람이 강하게 불어 갈수록 속도가 빨라질 뿐만 아니라 주능선의 배치방향과 바람의 방향이 일치하였고 계곡 능선부의 비화 발생으로 산불확산 범위가 사면의 향의 방향과 연소양상이 과거 지표화에서 최근 수관화로 변화되면서 피해가 커지는 것으로 분석되었다.

이번 청양·예산 산불은 강풍으로 산불확산 속도가 매우 빨라 초동진화가 어려웠으며, 2002년 4월 5일 익산 산불시 전국에 63건 산불발생과 동년 4월 14일 청양, 김제산불시 전국 18건의 산불발생 등 전국적으로 같은 날 동시다발적인 산불발생으로 인하여 산림청 헬기 투입이 부족하였다. 특히, 헬기진화의 경우 바람이 강해 화두보다는 화미·화변진화에 주력하였고, 계곡부의 심한 연기로 시계가 2~3m로 극히 불량하여 차량 진입 및 진화대원 투입이 어려워 산불진화가 난이했던 것도 대형화 원인 중의 하나인 것으로 판단되었다. 청양·예산 산불 대형화 원인 중 기상조건은 건조주의보가 64~73일간 발효된 상태로 최소습도가 7~20%의 극도로 건조한 상태로서 불씨만 있으면 바로 산불이 발생할 수 있는 악조건이었으며, 순간 최대풍속이 15.1m/s로 폭풍주의보권에 있었고, 주 풍향은 연소배열과 거의 일치하는 남서풍이 불었다. 그 결과는 <그림 2>와 같았다. 산불의 연소 및 확산은 발생지역의 연료, 지형, 기상인자에 영향을 받는데 특히, 초기발화시의 확산은 연료의 상태(연료함수율, 배열상태, 수종, 화재하중 등) 및 풍향과 사면의 방향성, 그리고 풍속 등에 따라 화재의 강도와 확산속도가 결정되어 진다. 연료배열, 사면의 향과 풍향이 어떤 상태를 이루느냐에 따라 사면의 연소속도와 연소방향이 상이하게 나타나는데 청양산불의 경우 초기발화지점으로부터의 10m/s의 강풍을 동반한 남풍과 경사가 급한 남향의 사면향, 침엽수 및 연료의 배열상태의 방향성이 일치하여 초기 발화 후 빠르게 산불이 확산되었다<그림 3>.

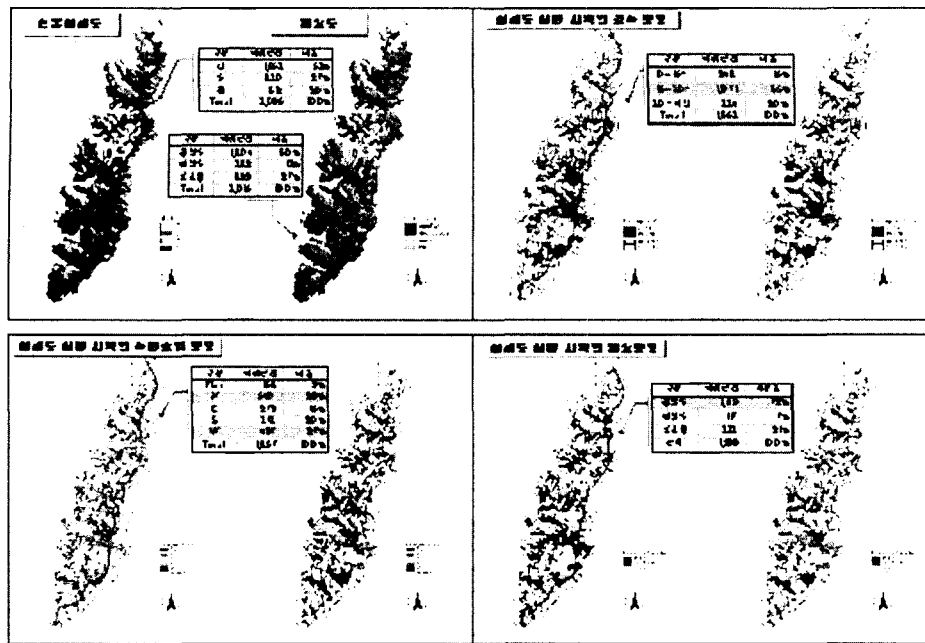


그림 3. 연소특성 분석

4. 결론

청양·예산 산불지역에서의 산불특성을 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 산불영향인자들의 산불발생당시 조건을 살펴보면 상대습도 14~18%의 산불위험지수 91의 극히 위험한 산불발화위험 상태에서 최대 풍속 15.1m/s의 강풍과 남북으로 뻗은 차령산맥을 따라 부는 남풍과 회선풍등 골짜기의 국지기상풍이 불규칙하게 발생하여 비화를 동반한 급속한 산불확산을 보였으며 가연성이 높은 침엽수림이 임야면적의 59%를 차지하고 있어 산불강도가 극히 심한 피해양상을 보였다.

2) 대형화 요인분석 결과, EXTREME 단계의 산불위험성과 함께 강풍을 동반한 비화, 골짜기 형태의 급경사지 등으로 급속한 산불확산으로 초동진화가 어려웠으며 同日 전국 18건의 산불이 발생하여 진화헬기투입 부족 등 산불진화 여건의 난이했던 것도 대형화 원인중의 하나인 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. 강원도. 2000. 동해안 산불백서.
2. 동해안 산불피해지 공동조사단. 2000. 동해안 산불지역 정밀조사 보고서I, II.
3. 산림청. 2001. 동해안 산불백서 I. 33-36pp.
4. 이시영, 정연하, 이봉수. 1996. 수치지형자료를 이용한 산불의 연소유형 분석. 산림과

학논문집. 53. pp.186-193.

5. 이병두, 정주상, 김형호, 이시영. 2001. GIS 응용에 의한 2000년 삼척 산불의 확산속도 분석. 한국입학회지 90(6):781-787.
6. 청양·예산 산불피해지 공동조사단. 2003. 청양·예산 산불피해지 정밀조사 보고서.