

GIS를 활용한 바람길 분석시스템

박태욱, 김남미^o, 김경종, 김도훈

ICU 부설 한국정보통신교육원

topark@aiit.or.kr, {naami^o, ramzi0315, searz21}@hanmail.net

Wind Road Analysis System Using GIS

Taeog Park, Nammi Kim^o, Kyungjong Kim, Dohoon Kim

Advanced Institute of Information Technology, Information and Communication University

요약

환경이 하나의 도시계획 요소로 작용하고 있는 상황에서 기후요소인 바람을 도시계획시 고려하여, 기존의 도시계획과는 다른 관점을 제시해 주는 분석시스템이다. 기상자료 및 해당 도면의 속성자료를 토대로 GRID 분석과 Kriging보간 알고리즘을 구현하여 대상지역의 온도분포 및 바람흐름, 바람통로를 찾아내고자 하였다. 기후지도를 이용하여 주요 바람길을 파악할 수 있으며 대상지내 신선한 공기가 시작되는 녹지들을 추출하여 녹지계획의 핵으로 정한다. 녹지의 핵으로부터 각각의 녹지로 연결되는 바람의 길을 분석하여 도시계획업무추진시 바람통로가 단절된 곳이나 단절된 계획이 있는 곳을 파악한다. 그리고 바람통로를 위해서 보존할 곳과 올바른 바람을 유도할 곳 등을 생성한다. 또한 본 연구에서는 열섬현상이 빈번히 발생하는 대구시를 대상지로 정하여 Landsat TM영상을 활용 도시의 열섬현상을 분석하고 시스템을 통해 제작된 기후지도를 활용한 열섬현상 저감방안도 모색하였다.

1. 서론

도시화와 산업화가 급속히 진행되면서 팽창위주의 도시 불균형 발전이 이루어 졌다. 도시 불균형 발전은 녹지 감소와 대기오염의 심화가 가중 되었다. 이러한 점을 해결하기 위한 방법으로 본 연구에서는 도시계획업무 추진시에 바람길을 고려한 도시계획방법을 제안하고자한다. 이미 독일에서는 지역의 기후를 파악하여 도시계획에서 반드시 고려해야할 요소로 지정하고 실제 Stuttgart시는 바람길을 이용한 도시계획을 하고 있다. 우리나라에서도 도시계획단계에서 바람통로를 비롯한 기후요소를 고려하고자 하는 관심이 대두되고 있으며 도시환경의 창출, 대기오염의 개선, 도시의 온도저감에 도움이 된다는 것을 인지하고 있다.

일반적으로 바람이란 움직이고 있는 공기인데 지형을 따라 흐르는 바람은 도시로 불어서 도시내의 하천과 그린벨트 비어있는 공간을 따라서 도심까지 바람이 통과해서 도시에 신선한 공기를 공급한다. 오염된 대기로 인한 온실효과, 환경문제로로 오염이 된 공기가 도시 밖으로 빠져나가지 못하는 경우가 있다. 이러한 때에 외부에서 들어오는 신선한 공기가 높은 빌딩에 의해 차단되어 진다면 열이 증가하여 도시온도를 상승시키게 된다. 기존 기상분야에서 바람에 대한 분석은 DWM(Diagnostic Wind Model)모델을 활용하여 광대한 지역의 대규모바람장 추출하

였으나, 한 격자내의 여러 가지 토지이용도가 있을 경우 정확한 바람길 분석에 문제가 있다. 이에 본 시스템은 해상도20m×20m의 사용하여 건물 단위의 미세바람장을 산출하였다.

이 시스템은 GIS를 활용 도시의 바람의 통로를 분석하여 기후지도를 작성하고 도시계획업무 추진시의사결정을 지원해주는 시스템이다. GIS를 활용한 바람길 분석 시스템은 이 연구가 거의 최초의 시도임으로 해서 현재 사례가 없는 관계로 본 연구에서는 몇몇 연구논문의 특성을 분석하여 새로운 GIS 바람길 분석방법을 구현하였다.

기후지도를 이용하여 주요 바람길을 파악할 수 있으며 대상지내 신선한 공기가 시작되는 녹지들을 추출하여 녹지계획의 핵으로 정한다. 녹지의 핵으로부터 각각의 녹지로 연결되는 바람의 길을 분석한다. 도시계획 업무추진시 바람통로가 단절된 곳이나 단절된 계획이 있는 곳을 파악한다. 그리고 바람통로를 위해서 보존할 곳과 올바른 바람을 유도할 곳 등을 생성한다. 또한 본 연구에서는 열섬현상이 빈번히 발생하는 대구시를 대상지로 정하여 Landsat TM영상을 활용 도시의 열섬현상을 분석하고 시스템을 통해 제작된 기후지도를 활용한 열섬현상 저감방안도 모색하였다.

2. 바람길 개념 및 관련연구

2.1 바람길의 개념

바람길이란 녹지와 물, 오픈스페이스의 네트워크를 추진함으로써 도시내에 산이나 바다로부터의 신선한 공기가 흐르는 길을 만들어 도심에 신선한 공기를 받아들이도록 하는 것을 말한다. 즉 숲에서 나온 신선하고 차가운 공기가 도시내의 공기를 밀어올리면서 오염물질을 확산시키는 것인데, 이러한 과정을 통해 도시의 온도가 저하되고, 대기순환이 촉진된다. 이를 활용하기 위해서는 도시에서 바람이 다니는 길을 파악하고 그것을 도시녹지계획에 반영시켜 바람통로를 형성하는 것이 필요하다. 또한 건축물의 배치, 층수, 건물의 간격 등을 적절하게 조절해서 도시내에 대기의 원활한 이동이 이루어 질 수 있도록 한다(그림1).

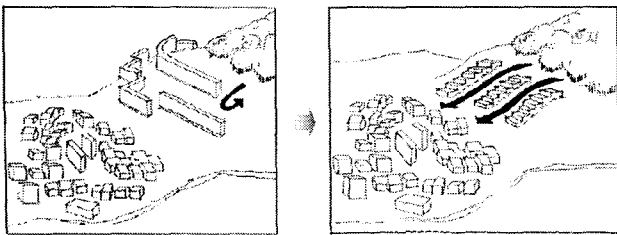


그림 1. 건축물 배치에 따른 바람길 변화

2.2 관련연구

2.2.1 서울시 기상특성을 고려한 도시계획기법 연구

도시기후 요소를 고려한 도시계획제도의 도입을 제시하였다. 서울시 도시개발과 일반환경의 변천과정을 분석하여, 급격한 도시화의 부산물인 열섬효과, 대기환경의 악화등의 문제점진단하고 기상특성을 고려한 모의실험을 통해 바람장을 산출하고 기상특성을 고려한 Comfort Zone 설정원칙과 방향제시 환경친화적 도시관리전략에의 적용방안을 모색하였다.

2.2.2 독일 도시녹지계획에서의 바람통로 활용

독일 Stuttgart시에서는 주변의 지차체와 공동으로 1992년에 기후분석도(Klimaatlas)를 작성하여 관련계획에 반영하여 활용하고 있다. 이러한 기후분석도를 통하여 도시전체의 바람장특징과 바람길이 파악되고 있다. 기후조사국을 설립하고 도시계획업무 추진시에 기후지도를 바탕으로 의사결정을 지원하고 있다.

3. 요구사항분석

도시계획수립은 구청장으로 위임되어 도시계획시설 입안, 결정 이루어진다. 도시계획시 지가, 교통 도시관련 법규 및 여러 가지 사항이 고려되고 있다. 하지만 근본적인 도시민이 원하는 도시계획이 입안되기 위해서

는 현 제도의 변경이 필요하다고 판단된다. 기존 도시계획으로는 무분별하게 팽창된 도시와 이로 인한 환경오염의 근본적인 대책이 수립되지 않으며 점차적으로 대두 되고 있는 환경의 요소와 쾌적한 도시의 환경을 원하는 도시민의 요구를 만족할 수 없는 상황에 이르렀다. 본 시스템을 통해분석된 바람길 기후지도를 활용, 적용함으로써 사전 도시계획단계에서의 바람통로를 비롯한 기후요소를 고려한 새로운 도시계획을 할 수 있으며 이를 통해 무분별하게 팽창되었던 도시의 공간구조를 바로 잡을 수 있으며, 도시의 쾌적성 향상과 환경오염 저감에 기여할 수 있다.

4. 바람길 분석시스템 구현

4.1 시스템 흐름도

2001년 1년간 12개의 관측소에서 관측된 바람장, 풍속, 풍향자료를 활용하여 Kriging 보간법을 통하여 풍속의 BaseMap 산출한다(그림2). 풍속의 경우 생성된 BaseMap과 토지 이용현황별로 레이어(산지, 평지, 건물, 수계, 도로, 녹지)를 추출하여 각각에 지면 거칠기 값을 부여한다. 지표면의 거칠기는 WiTrak수치바람바람장 모형에 모델 하층 경계조건으로 사용된 지표특성 자료를 우리 실정에 맞게 개선시킨 값을 적용시켰다. 평균풍속과 거칠기 값을 활용하여 생성된 바람은 5단계의 등급으로 나누어 표현한다. 풍향의 경우 수치지도 상에서 건물을 추출하여 방향값을 준다. Kriging분석을 통하여 풍향 BaseMap과 건물 방향값을 활용하여 바람의 방향을 구한다(그림3). 이렇게 구해진 풍향, 풍속값을 연산하여 최종적인 바람길을 산출하고 대상지의 위성영상과 수치지도를 활용 최종적인 바람길 기후지도를 생성시킨다.

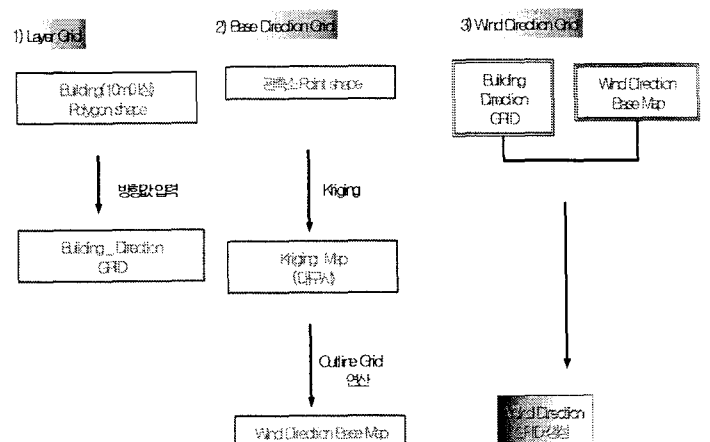


그림 2 . 시스템 흐름도 1

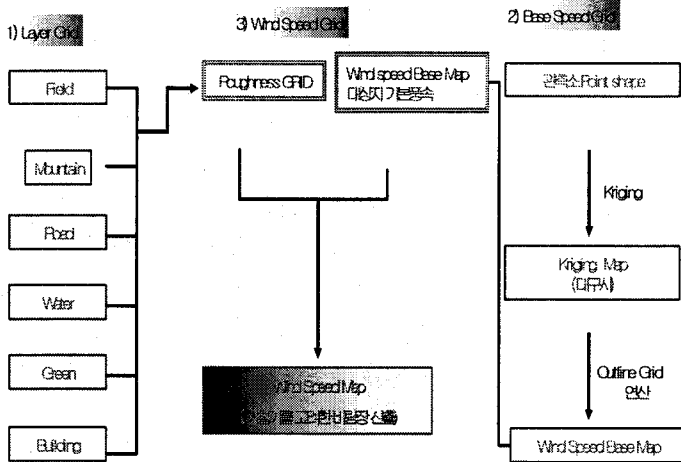


그림 3. 시스템 흐름도 2

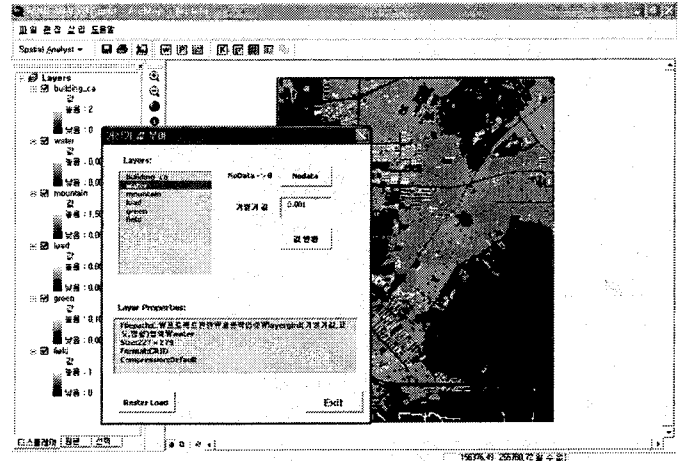


그림 5. 거칠기값을 부여

4.2 시스템 기능

4.2.1 바람길 산출

1) 풍속산출

관측소의 좌표값을 받아 각각의 관측소에서 측정된 평균풍속값을 입력시키고 Kriging분석을 수행하여 BaseMap을 생성시킨다.(그림4) 수치지도상에서 추출된 레이어에 각 이용상황별로 거칠기값을 부여시켜주고 Raster Calculator를 활용하여 두 요소를 연산시켜서 바람의 풍속부분 GRID를 산출하여 5단계 등급으로 구분시켜준다(그림5).

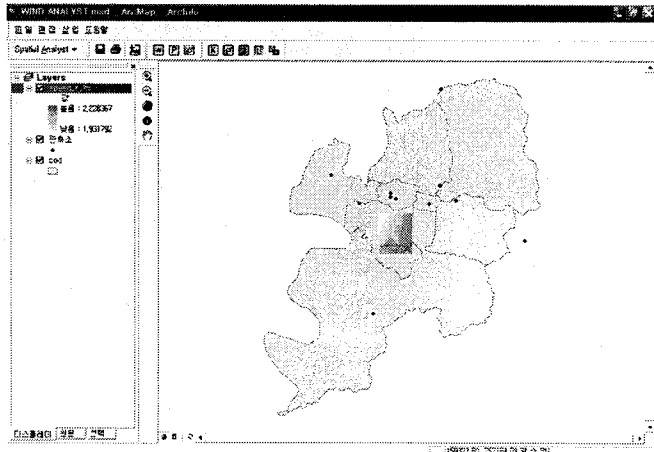


그림 4. Kriging분석으로 BaseMap을 생성

2) 풍향산출

풍속과 같이 풍향 BaseMap을 생성시키고 수치지도 상에서 추출된 건물들을 Shape 파일로 변환하여 각 건물에 방향값을 입력해준 후 방향값을 기준으로 GRID로 변환한다. 이렇게 생성된 건물 레이어와 풍향 BaseMap을 Raster Calculator를 활용하여 연산시켜서 바람의 풍향부분 GRID를 산출한다(그림6, 7).

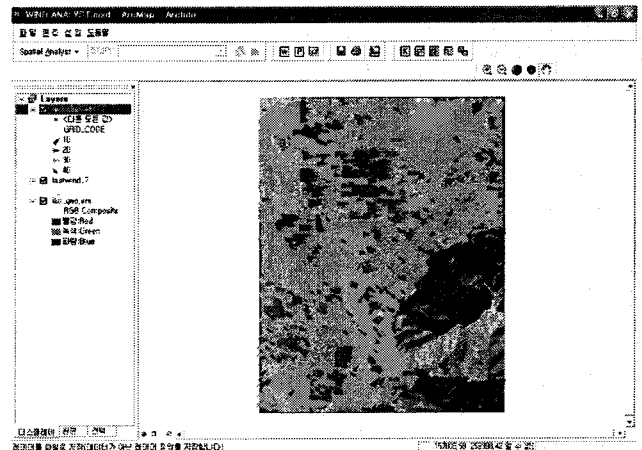


그림 6 풍향풍속 값을 활용한 최종바람길



그림 7 바람길 확대이미지

4.2.2 기후지도 생성

분석된 그림을 보면 선택한 대상지에는 남서풍계열의 바람이 주계열을 이루는데 대구기상대(1999.12) 자료에 의거 대구시는 봄철에는 서풍이나 남서풍계열의 바람이 주를 이룬다고 한다. 본 연구 대상지는 대구시 전체의 일부지역으로 전체적으로 남서풍바람이 주를 이루고 있다. 대상지 남쪽에 위치한 해발 660.3m의 앞산의 영향으로 산곡풍의 영향으로 인한 남서풍의 빈도가 높은 것으로 예상된다. 남쪽에 발달된 산맥을 따라 형성된 산들에서 신선한 바람이 시작되고 이곳에서부터 대기의 흐름이 순조롭게 흘러가는 부분이 바람통로이다. 이를 보면 주로 대상지의 남서쪽에서 시작하여 북동쪽으로 일정하게 바람이 흘러가고 있음을 알 수 있다. 아래도면(그림8)은 이러한 바람통로 중에서 특히 중요한 곳으로써 바람이 한곳으로 모여서 흘러가는 곳을 분석하여 주바람의 통로를 산출하였다. 그리고 신선한 공기가 생성되거나 연계 시켜주는 녹지의 핵 부분들을 표현하였다.

아래그림(그림8)에서 나온 바람의 흐름을 가지고 대구시 대상지에서 신선한 바람이 흘러나오는 핵에서부터 개발지까지의 바람흐름을 주로 봤을 때의 바람특성에 따라 크게 2가지로 나누었다. 우선 바람이라는 요소로서 현황을 분석했을 때 바람 흐름이 좋은 곳으로써 현재의 주거지 및 개발지가 바람이 잘 유입되는 곳에 위치해 있는 경우이다. 다음은 바람흐

름이 나쁜 곳으로 주거지 및 개발지가 바람의 흐름을 방해하는 곳 혹은 바람을 잘 이용하지 못하는 곳에 위치해 있는 경우이다.

■ 바람흐름이 좋은 곳

- 앞산에서 생성된 바람은 대상지내 분포되어 있는 도로를 통해 주거지로 유입되어 시가지에서 발생하는 더운열과 그에 따른 오염들을 해소 시킬 수 있다.
- 서쪽 경부 고속도로부근에 분포되어 있는 농경지와 도로를 따라 대상지의 시가지로 바람이 흘러들어가고 있으므로 농경지 개발시 가급적 바람의 통로를 고려하여 개발이 되어야 한다.
- 앞산 일대에서 흘러나온 신선한 바람이 대상지내 분포되어 있는 소규모 산지나 공원지역을 거쳐 신선한 바람을 전해주고 있으므로, 그 사이의 바람통로를 보전해야 한다.
- 남쪽 앞산지역은 대상지로 바람이 흘러들어 오고 있는 곳이므로 이 산지부근이 향후 개발될 때는 바람통로를 고려하여 개발이 되어야 한다.

■ 바람흐름이 나쁜 곳

전체적으로 흐르는 바람에 고도의 값들이 높은 대단지 아파트의 경우에는 바람의 흐름을 저감시키는 역할을 한다. 경부고속도로 부근에 조성된 아파트는 일률적으로 불고 있는 바람의 방향을 바꾸거나 바람

대구시 일대의 주요 바람장 분석



1. WIN MAP 분석

1. 주 바람장은 7방향을 가진 풍속표로 표현되어 있으며, 바람의 방향은 남서풍이다.
2. 10°의 각을 가진 풍속표는 바람이 가장 강한 부분이다.
3. 20°, 30°, 40°은 동일한 약한 방향이며, 산맥들에 의해 주 바람 방향이 바뀌었다.
4. 녹지, 모하드는 바람이 가장 약한 지역으로 우선 녹지치구로 선정하였다.

2. 대상지 상세 분석

1. 바람흐름이 좋은 곳

■ 앞산에서 생성된 바람은 대상지내 분포되어 있는 도로를 통해 주거지로 유입되어 시가지에서 발생하는 더운열과 그에 따른 오염들을 해소 시킬 수 있다.
 ■ 서쪽 경부 고속도로부근에 분포되어 있는 농경지나 도로를 따라 대상지의 시가지로 바람이 흘러들어가고 있으므로 농경지 개발시 가급적 바람의 통로를 고려하여 개발이 되어야 한다.
 ■ 앞산 일대에서 흘러나온 신선한 바람이 대상지내 분포되어 있는 소규모 산지나 공원지역을 거쳐 신선한 바람을 전해주고 있으므로, 그 사이의 바람통로를 보전해야 한다.
 ■ 남쪽 앞산지역은 대상지로 바람이 흘러들어 오고 있는 곳이므로 이 산지 부근에 향후 개발될 때는 바람통로를 고려하여 개발이 되어야 한다.

2. 바람흐름이 나쁜 곳

전체적으로 흐르는 바람에 고도의 값들이 높은 대단지 아파트의 경우에는 바람의 흐름을 저감시키는 역할을 한다. 경부고속도로 부근에 조성된 아파트는 일률적으로 불고 있는 바람의 방향을 바꾸거나 바람을 소멸 시켜버린다.

3. 결론

이러한 현황을 바탕으로 바람의 흐름이 좋은 곳은 그 특성을 계속 유지 하여 녹지, 바람이 나쁜 곳은 일부의 바람을 잡아 줄 수 있는 요소나 녹지를 조성 하여 바람이 풍성해 없어 순환 할 수 있게 만들어 준다면 도시환경 개선에 크게 기여 할 것이다.

LANDSAT 영상과 바람장 비교 분석

LANDSAT 위성 영상에 대한 분석을 통해 바람장 분석의 정확도를 높이고, 바람의 방향을 파악하여 대상지의 개발 방향을 결정하고, 바람의 흐름을 잘 이해할 수 있도록 하는 데에 크게 기여 할 것이다.

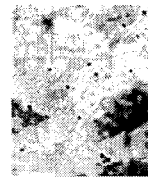


그림 8. 최종 분석된 바람길 기후지도

을 소멸시켜버린다.

대상지에서 분석된 바람길을 활용하여 시가지내 존재하는 녹지의 체계적인 네트워크를 통해서 도심지를 중심으로 발생하는 열섬현상을 완화시킬 수 있는 방안을 제시한다.

신선한 공기공급원은 도로개설이나 도시건설 등과 같이 개발이 이루어지지 않도록 개발이 금지되어야 하는 곳이며 신선한 공기를 공급해주는 핵의 역할을 수행하는 곳이다. 바람통로 확보지는 대상지 전체의 바람흐름에 중요한 역할을 하는 곳이므로 바람통로를 확보한 개발이 반드시 이루어져야 하는 곳이다. 바람통로 개선녹지는 바람의 흐름을 막는 곳이거나 바람의 방향을 유도해줄 필요가 있는 곳으로, 이곳에서는 바람 흐름을 조절할 수 있는 녹지계획이 필요하다. 바람통로를 위해 개선해야할 부분은 열섬현상이 일어나는 경부고속도로부근 서쪽지역의 두지역이다. 남쪽 산에서 발생한 시원한 바람이 열섬지역에서는 깊이 급격히 저하되어 바람이 이동할 수 없다. 신선한 바람이 북쪽지역까지 흘러나가게 하기 위해서는 열섬현상이 일어나는 지역에 녹지를 조성하여 시원한 바람을 유도하여야 하며 현재 대상지에 신선한 바람을 제공하고 있는 대상지는 바람길의 지대한 영향을 미치는 곳으로서 보전되어야 하는 곳이다

5. 결론 및 향후 과제

본 연구에서 도시의 개발에 따른 지형 및 토지이용도의 변화를 지표면 거칠기로 표현하여 바람의 변화를 분석해 보았다. 본 연구 대상지인 대구시 달서구 일대의 바람의 세기와 주 통로를 찾을 수 있었으며 대상지의 도시 공간적 구조를 살펴 볼 수 있었다. 대상지 바람을 다각도로 이용하여 기후지도를 만들었으며 추후 도시계획을 하는데 있어서는 바람이라는 요소를 고려한 방안들이 제시할 수 있다. 이 연구에서 우리는 각각의 관측소에서 측정된 값을 기준으로 KRIGING기법을 통해서 평균 기후를 추출하였다. 향후 기초적인 지역정보가 축적되면 계획과 관련된 기상연구에 드는 시간이 상당히 줄어들 것이며 나아가 계획을 하는 유용한 정보를 얻을 수 있을 것이다.

기존 GIS를 활용한 바람길분석에 대한 사례가 없는 관계로 기존의 기상모형(DWM)등의 기상분석프로그램을 이해하고 이를 분석하여 우리실정에 맞는 알고리즘을 구현 하였다. ArcGIS를 활용하여 구축된 바람의 길을 활용 기후지도를 제작하였고, 이를 도시계획업무에 활용할 수 있도록 비교, 분석하였다. 연구

의 범위는 대상지의 봄철 기상만을 분석하였고 바람 흐름에 따라서 바람통로를 지정해주고 현황을 평가한 결과 남서풍 바람이 주를 이루음을 알아내었다. LANDSAT영상에서 추출한 온도분포도를 바탕으로 바람길을 활용한 열섬 저감방안에 대한 분석하였다. 이러한 결과를 바탕으로 녹지계획을 하였는데 신선한 공기공급원, 바람통로 개선노지, 바람통로 확보지로 구분하여 표현하였다. 본 연구에서는 사전적인 도시문제의 해결방안으로 바람통로를 활용한 녹지계획의 방법을 구체적으로 보여줌으로써, 기상을 고려한 도시녹지계획의 가능성을 제시하였다. 하지만 장기간의 기상자료 및 미세한 규모의 기상모형을 사용하지 않고, 다른 도시계획 인자의 고려 및 바람통로 계획의 검증이 이루어지지 않아 실제 도시계획업무에 적용하기 위해서는 더 많은 연구가 필요할 것이다.

차후 우리나라에 적합한 바람활용 기준에 대한 연구들이 계속된다면, 신도시개발 및 그린벨트 해제지역 선정 등에 하나의 고려요소로써 활용될 수 있을 것이며, 나아가 친환경적이고 지속가능한 도시공간 계획을 위한 하나의 방안이 될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 김수봉, "대구지역바람길 조성을 위한 도시 생태환경네트워크 시스템 구축에 관한 연구", 계명대학교 대구지역환경기술개발센터.
2. 엄정희 외, "바람통로를 활용한 도시녹지계획에 관한 연구", 서울대학교 환경대학원석사 학위논문, 2000.
3. 대구기상대, "대구지방의 기후특성", 1999
4. 소선섭 외, "대기관측법", 기문당.
5. 임영권 외, "서울 지역의 지형 및 토지 이용도에 따른 3차원 바람장 산출에 관한 연구", 한국기상학회, 36,2,2000, p. 229-244.
6. 조명희 외, "원격탐사자료와 GIS를 활용한 도시 표면온도의 공간적 분포특성에 관한 연구", 한국지리정보학회, 4권 1호, 2001, p57-66.
7. 아이다 무쓰지로, "기상학입문", 전파과학사.
8. 최진우, "GIS를 이용한 대기오염 배출량 분포도의 정확도 향상에 관한연구", 서울대학교 지리학과 석사학위논문, 1998.

9. 김병곤, “지상 관측자료를 이용한 3차원 바람장의 추정”, 서울대학교 대기과학과 석사학위논문, 1993.
10. 이승우, 이동규, “수도권 지역에서 지표 및 지형효과에 따른 국지규모 대기 순환의 수치 실험”, 한국기상학회, 1998
11. 장안일, “서울시의 3차원 바람구조의 특징, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문”, 1991.
12. 서울특별시, “서울시 기상특성을 고려한 도시계획기법 연구”, 2000.