

# GPS를 이용한 축분퇴비의 농지환원 실태조사

## GPS Application in Investigating Land Application of Animal Waste

홍성구\*

\* 환경대학교 농촌공학과

Seonggu Hong\*

### ABSTRACT

A portable GPS receiver and a navigation software were used to investigate land application practices of manure composts. The field investigation indicated that most of the land application of manure composts were observed before April. Plowing for incorporation of manure with soil were continued from the middle of April. The results also revealed that over 60% of the farms were within 1 km from livestock farms from which manure composts were transported. Most of the farms having land application were dry field rather than paddies. Some of fields located near livestock farms frequently experience over-application of manure composts. It seems to have been difficult to complete the investigation in this study without the GPS/navigation system. The GPS/navigation system will become an essential tool in field investigations such as ecological/environmental monitoring works that require repeated observation at a number of sites.

### I. 서론

미국 국방성에 의해 개발되어 군사목적으로만 이용되던 위성항법시스템(GPS)은 1990년대에 들어 민간에게 제한적으로 개방된 이래로 급속도로 활용되어오고 있다. 민간에게 개방된 코드는 인위적 열화(Selective Availability, SA)로 인해 위치오차가 크게는 100 m 이상 발생할 수 있

었다. 그러나 2000년 5월 1일부로 GPS 신호에 대한 인위적인 열화(SA)가 종료되고, 이로 인해서 상대적으로 정확한 위치정보를 얻을 수 있게 되었다. SA의 종료로 인한 위치정보의 개선도는 수신기의 종류와 전리층에 의한 영향에 따라서 다르지만 오차가 대체로 15 m 수준으로 낮아져서 GPS의 활용은 더욱 늘어날 전망이다.

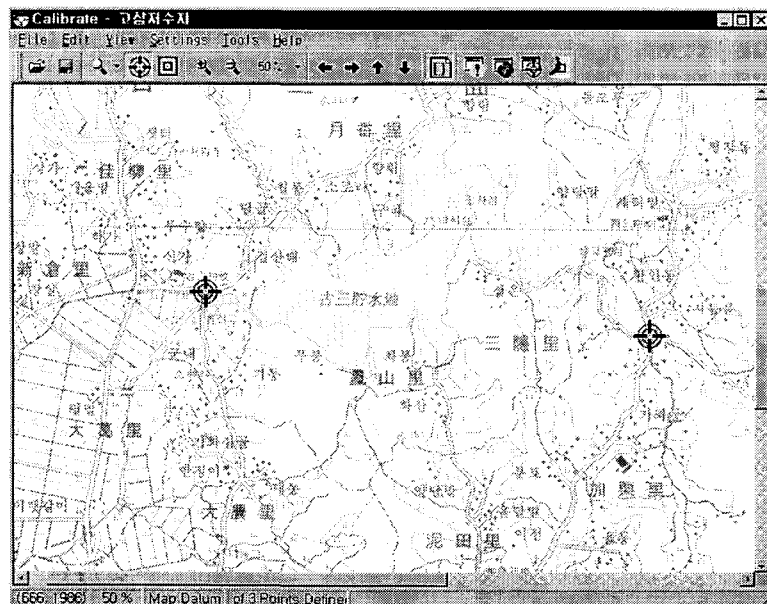
국내의 학술 및 연구분야에서 GPS 활용사례로는 삼립자

원 조사(조와 김, 1995), 정밀농업(조 등, 2000), 하천 및 상하수도 관로 측량(강 등, 1995; 박과 김, 1998), 그리고 관개수로조직의 전자지도구축(Choi et al., 2000) 등이 있다. 어업, 항공 및 운수산업 등의 다양한 분야에서 이용되어 오고 있으며, 최근에는 차량용 항법시스템이 등장하면서 더욱 급속하게 보급되고 있는 실정이다. GPS를 이용한 현장 조사는 위치정보를 실시간으로 저장하여 과거의 측량기법에 비해서 내입이 대폭 줄어들기 때문에 앞으로 더욱 다양한 분야에서 효율적으로 활용될 것으로 추정된다.

GPS는 이용 특성상 다양한 현장조사에서 특히 유용하다고 판단된다. 각종 생물상의 조사에 있어서 위치확인이나, 시간 및 공간적인 조건을 고려해야하는 현장조사에서 유용하게 적용할 수 있다. 조사지점의 수나 위치가 시간에 따라서 가변적이고 각 지점에 대한 관찰이 일정 시간 간격으로 지속적으로 요구되는 경우에는 GPS의 활용은 더없이 긴요하다고 볼 수 있다. 축산분뇨의 농지환원실태 조사가 이러한 경우에 해당한다. 일정한 지역에서 축산분뇨/퇴비를 농지에 환원하는 농지의 위치확인, 시간에 따른 환원농지의

<Table 1> Specification of Garmin GPS III and FUGAWI navigation software

Garmin GPS III		FUGAWI	
Interfaces	NMEA183, RTCM, RS-232	Map format	gif, jpg, png, pcx, tif, bmp
Accuracy	15 m (95%)	GPS interface	NMEA 183
Update time	1 second	GPS input	serial, PCMCIA
Temperature	-15°C ~ 70°C	Datum supported	WGS 84, and most map datum
Antenna	BNC, detachable		UTM, latitude / longitude
Power	internal : 4 × AA external : 10~36 VDC	Coordinate	



<Figure 1> Map calibration process on FUGAWI navigation program.

발견 빈도조사 및 농지에서의 영농작업 현황조사, 선정된 주요 지점에서 수질분석을 위한 강우 유출수의 채취 등은 특히 조사 지점의 수가 많은 경우 GPS활용이 절실히 요구되는 일련의 작업이다.

본 연구에서는 GPS를 이용하여 축산분뇨의 농지환원실태를 조사, 분석하고 현장조사에 있어서 GPS 활용성을 평가하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. GPS 수신기 및 항법용 프로그램

현재 대부분의 GPS 수신기는 자체의 정밀지도를 내장하고 있지 않다. 따라서 GPS 수신기를 이용하여 현장 조사를 하는 경우 경로나 특정 지점의 위치정보를 저장만 하는 경우가 대부분이다. 물론 최근에는 차량용 항법장치와 같은 상업용 장비의 경우 지도가 내장된 시스템이 개발되어 상용화되고 있어서 위치확인 등은 가능하다. 그러나 이렇게 제공되는 지도의 경우 사용자가 요구하는 정보가 지도에 포함되어 있지 않는 경우가 있다. 따라서 사용자의 목적에 맞는 지도를 활용할 수 있는 항법용 소프트웨어가 요구된다.

본 연구에서 이용된 GPS수신기는 Garmin사의 GPS III 이고 항법용 소프트웨어는 Northport System사의 FUGAWI Version 3.0을 이용하였다(Table 1). Garmin GPS 수신기는 고가의 정밀 수신기에 비해서 위치의 정확도가 상대적으로 떨어진다. 본 연구에서와 같이 보정(DGPS)을 하지 않고 극정밀도가 요구되지 않는 현장조사의 경우에는 무리 없이 사용이 가능하다고 판단되어 선정, 이용하였다.

본 연구에서 이용된 항법용 프로그램 Fugwai에서는 일반 지도를 스캐닝하여 얻을 수 있는 일반적인 그래픽파일을 이용할 수 있다. 사용 가능한 그래픽 파일의 형식은 비트맵, gif, jpg 등이며, 읽어들이 후 보정작업을 반드시 거쳐야 한다. 단순한 그래픽 파일에 대하여 좌표계를 설정하는 보정 작업은 지도상에서 알고 있는 최소한 3개의 위경도 좌표를

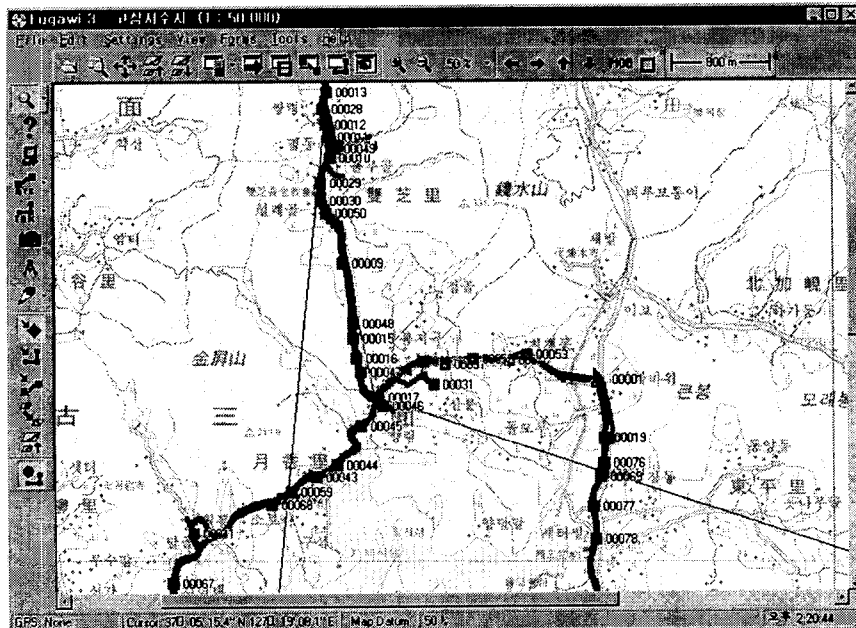
이용하여 수행할 수 있으며, 현장에서 수신된 좌표를 이용하여 재보정도 가능하다(Figure 1). 일단 항법용 프로그램에서 지도의 보정이 완료된 후에 현장조사는 즉시 가능하다.

### 2. 축분퇴비 농지환원 실태의 조사

절대 다수의 축산농가에서 적용하고 있는 축산분뇨의 처리방법은 톱밥이나 왕겨 등을 이용한 퇴비화이다(홍과 이, 2001). 이러한 퇴비는 농경지에 환원되어 토양의 물리성을 개량하거나 작물생산에 필요한 비료성분을 제공하게 된다. 그러나 축분퇴비를 과다하게 사용하는 경우 수질오염을 초래하기 때문에 토양비료학적 측면 뿐만 아니라 농촌지역 하천 수질관리측면에서도 축분퇴비의 환원과정 중에서 발생가능한 오염에 대비하여 적절한 농지환원방안이 정립되어야 한다(홍과 이, 2001). 이를 위한 기초자료를 수집하기 위하여 축분퇴비의 농지환원관련 실태조사가 요구된다. 본 연구에서 설정한 축분퇴비의 농지환원관련 실태조사 내용은 축분퇴비의 환원시기와 환원 농지에 관련된 사항으로 구성하였다. 일정에 따라서 축분을 살포한 농지에서의 시기별 영농활동에 대한 조사와 강우 유출시 수질분석을 위한 시료채취 등을 병행하였다. 농지와 관련된 조사 내용으로서는 단위면적당 축분퇴비의 시용규모, 축사와의 거리, 수로와의 인접도 조사를 통한 수질오염 가능성 등을 설정하였다. 따라서 조사내용의 특성상 일정지역을 대상으로 장기간에 걸쳐서 수행하여야 하며, 대상 지역에서 관찰된 환원농지에 대한 반복조사가 요구된다.

### 3. GPS를 이용한 농지환원실태 조사방법

조사를 위한 대상지역은 안성시 고삼 저수지를 중심으로 한 지방도로 70번과 57번 도로에서의 가시(可視)거리 내 농경지로 하였다. GPS수신기와 항법용프로그램이 설치된 컴퓨터를 차량에 탑재하여 이동해가면서 조사를 하였다. 많은 농가에서 축분퇴비를 본격적인 영농기 이전에 농지로 환원하기 때문에(홍과 이, 2001), 2001년 2월부터 조사를 시작, 약 10일 간격으로 반복하였다. 축분퇴비가 야적 혹은 살포된 농지를 발견하면 각각의 위치에 대하여 항법용 프로그램



<Figure 2> Study area and tracked route with way-points as the fields of land application.

내에서 일련번호를 지정하고, 설정된 항목에 따른 내용을 기록하였다. 차기 조사에서는 기존의 조사지점을 방문하여 경운작업 등의 여부, 기타 영농활동 등을 확인하고 기록하였다. 조사지점의 수가 점차 증가함에 따라서 지점의 위치 확인에 대한 GPS수신기와 항법프로그램에 의존도가 커졌다. 강우 시에는 각 지점에서의 유출수 발생상태를 확인할 수 있었으며, 필요에 따라서 수질분석을 위한 시료를 채취하였다.

### III. 결과 및 분석

2월 중순부터 약 3개월 동안 대상지역에서 약 10일 간격으로 실태조사를 수행한 바, 총 84개의 축분환원 야적지를 발견하였다. FUGAWI 상에 나타내어진 관측점은 <Figure 2>에 나타난 바와 같이 일련번호로 나타내어지는 waypoint로 기록할 수 있으며, GPS 신호는 일정간격 혹은 시간간격으로 기록 또는 표시할 수 있다. 관측된 야적지 가운데 대부분인 58개 지점은 밭, 10개 지점은 논, 그리고 나머지 16개 지점은 반출이나 부숙을 위해 축산농가에서 농장 주변에 야

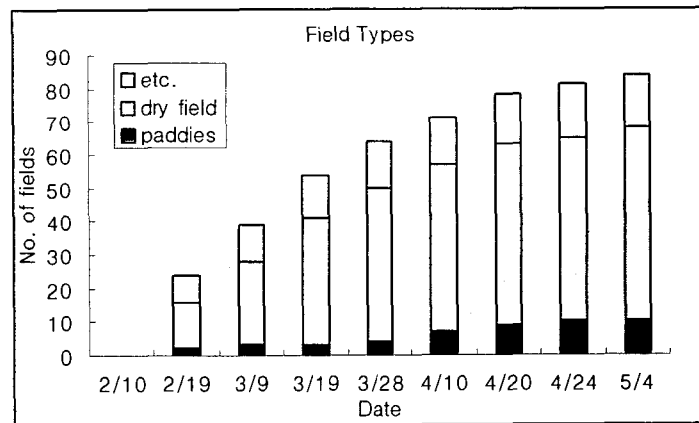
적해 놓은 곳들이다 즉, 축분환원은 주로 논보다는 밭에서 이루어지고 있음을 알 수 있다<Figure 4>. <Figure 3>은 조사초기에 관찰된 축분퇴비가 야적된 논(Site #1)을 보여주고 있다. 비교적 많은 양의 축분이 야적된 경우로서 쌓인 눈과 녹은 눈이 얼어 있는 상태를 보여주고 있다. 이 지점의 눈은 4월 20일 경에 밭작물 재배를 위해 경운되었다.

#### 1. 축분환원과정의 시기별 특성

조사된 관측점을 살펴보면 축분퇴비의 농지환원은 4월 초 이전에 집중되고 있음을 알 수 있다. 4월 중순 이후에도 일부 환원이 이루어지고 있으나 그 수가 많지 않으며, 따라서 누적 관측점의 수가 크게 증가하고 있지 않다<Figure 5 and 6>. <Figure 5>에서는 반출 등을 위한 야적지를 포함한 관측점의 누적 및 시기별 변화를 나타내고 있으며, <Figure 6>은 야적지를 제외한 농경지만을 대상으로 한 변화를 보여주고 있다. 일단 농경지에 경운기나 트랙터 등으로 야적상태로 일정기간 방치한 후 경운작업을 하게 되는데 <Figure 7>에 나타난 바와 같이 농경지 내에서 토양과 축분퇴비의 혼합을 위한 경운작업은 4월 중순 경부터 본격적으



<Figure 3> Manure compost piled on a paddy field (2/19/2001).



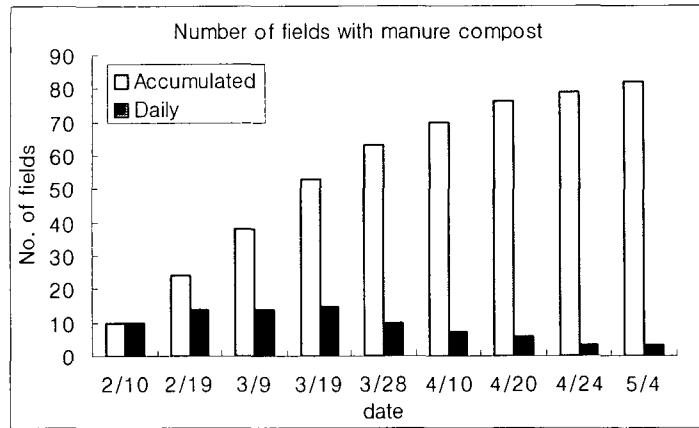
<Figure 4> Accumulative number by the types of field with land application.

로 이루어지고 있음을 알 수 있다.

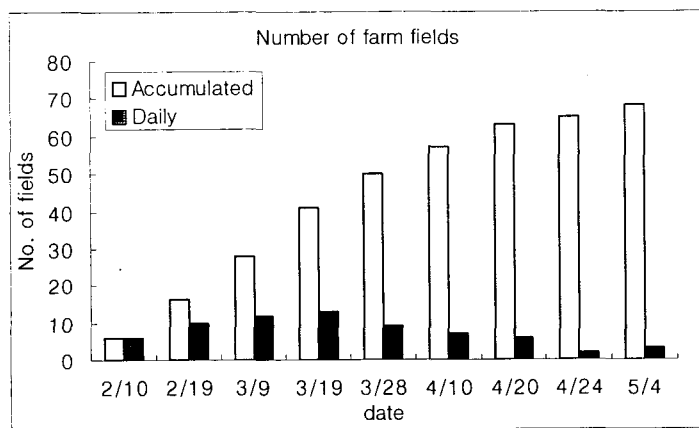
축분퇴비를 환원시킨 농지와 인접한 축산농가와의 거리를 조사한 결과는 <Figure 8>에 나타난 바와 같다. 약 60% 이상의 관측점이 축산농가와 1 km 이내의 거리에 위치하고 있다. 축분퇴비 운반의 용이성이 다소 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 농지에 야적된 축분퇴비의 양을 바탕으로 판단한 퇴비 사용량의 분포는 대부분 중 또는 다량으로 나타났다<Figure 9>, 일부 축산농가에 인접한 관측 농지의 경우에는 과도하게 살포하여 토양 및 수질에 부정적인 영향을

미칠 가능성이 매우 높았다. 사용량의 구분은 단위면적당 야적축분의 크기와 개수를 바탕으로 결정하였다.

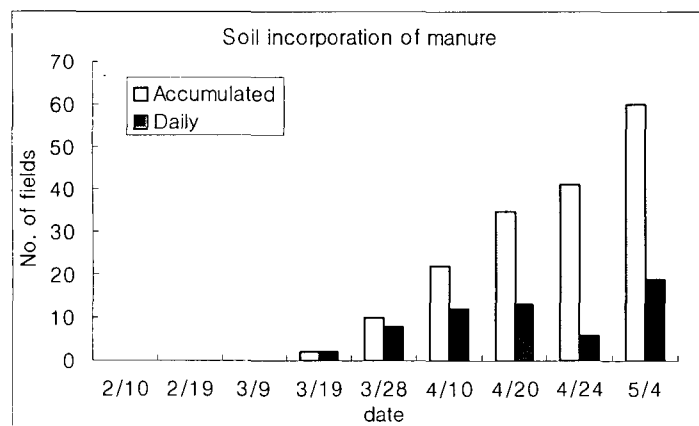
축분퇴비 환원농지의 수질오염 가능성은 농지에 인접한 하천의 거리를 기준으로 위험도를 3단계로 나누어 분류했을 때, 대다수의 경우 그 위험도가 낮거나 크지 않은 것으로 나타났다<Figure 10>. 위험도는 농지로부터 하천 또는 수로가 3m 이내에 위치한 경우 높은 것으로, 10 m 이내의 경우 중간, 그 이상의 경우 낮은 것으로 정하였다. 수질오염과 관련된 위험도가 높은 경우 대부분 축산 농가 주변의 야적지와 하천에 바로 인접한 농지로서 강우시 유출수가 발생할



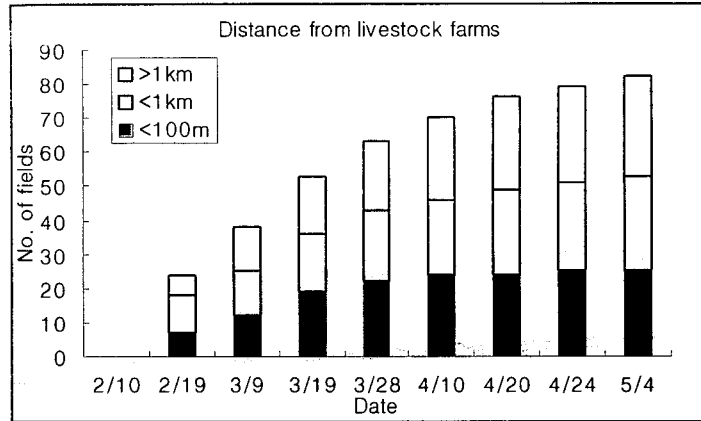
<Figure 5> Changes in number of fields with manure composts.



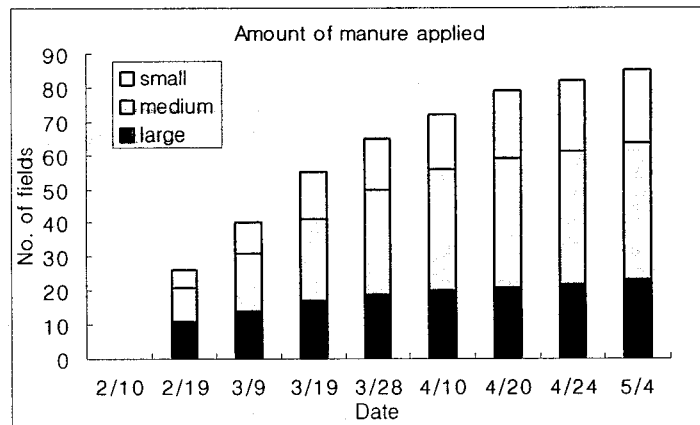
<Figure 6> Changes in number of crop fields with manure composts.



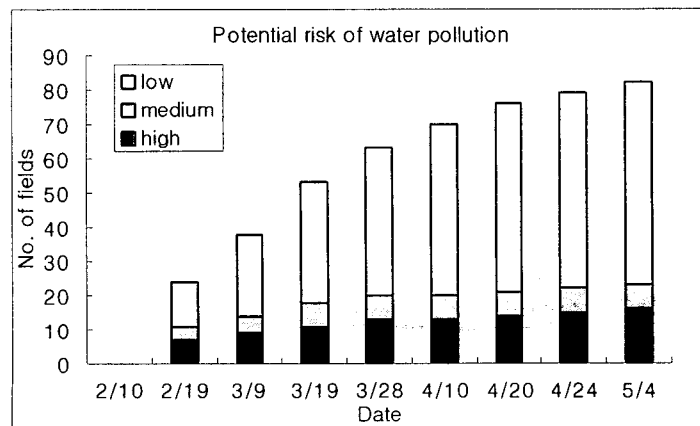
<Figure 7> Number of fields that finished soil incorporation of manure composts.



<Figure 8> Distribution of fields based on distance from livestock farms.



<Figure 9> Distribution of fields based on the amount of manure applied.



<Figure 10> Distribution of fields with potential risk of water pollution.





조사지역에서 모니터링 지점을 사전에 선정한 후, 선정된 지점으로 신속하게 이동해서 시료채취나 현장조사 등을 수행할 수 있다. 특히 모니터링 지점을 임의(random)로 결정하는 경우 유용하다고 판단된다. 또한 생태조사에 있어서 시간에 따른 생물상 변화 등을 조사하는데 있어서 유용하다. 다양한 현장조사에 있어서 위치정보가 요구되는 경우 사용될 수 있다. 특히 앞으로 지리정보시스템을 이용한 자료의 관리가 확대되어 가는 시점에서 유용한 도구가 될 것이다.

#### IV. 요약 및 결론

축분퇴비의 농지환원과정에 대한 실태조사를 하기 위해서 GPS 수신기와 항법용 프로그램을 이용하였다. 보급형 GPS 수신기와 일반 종이지도를 스캐닝하여 보정 후 지도의 정보를 그대로 활용할 수 있는 항법용 프로그램 FUGAWI는 일정 시간간격으로 축분퇴비를 사용하는 농지의 조사에 유효하게 활용할 수 있었다.

2001년 2월 중순부터 5월까지 약 10일 간격으로 경기도 안성시 고삼저수지를 중심으로한 지방도 70번과 57번 도로의 가시지역에 대해 축분퇴비의 농지환원실태를 조사한 바 농지환원 작업은 4월 초 이전에 대부분 이루어졌으며, 농경지 토양과의 혼합을 위한 경운작업은 4월 중순에 본격적으로 시작되어 5월 경에 대부분 완료되는 것으로 나타났다. 축분퇴비를 사용하는 농지의 대부분은 밭이었으며, 축산농가 주변에 반출을 위해 임시로 쌓아둔 야적장이 적지 않게 발견되었다.

축분퇴비가 사용되는 농지의 60% 이상이 축산농가로부터 약 1km 이내에 위치하고 있었다. 농지와 인접한 하천까지의 거리를 기준으로 수질오염에 대한 위험도를 3단계로 분류하였을 때, 대다수의 경우 그 위험도가 낮거나 크지 않은 것으로 나타났다. 수질오염과 관련된 위험도가 높은 경우 대부분 축산농가 주변의 야적지와 하천에 바로 인접한 농지로서 강우시 유출수가 발생할 경우 고농도의 오염물질이 수계로 직접 유입될 수 있는 조건이었다.

이와 같은 조사는 GPS수신기와 항법용 프로그램을 이용함으로써 가능했다. 관측점의 수가 많고 반복적인 현장 조사작업에서 요구되는 도구로서 유용함을 확인할 수 있었다.

앞으로 후속 조사연구로서 축분퇴비를 이용한 농지로부터 발생하는 유출수 수질분석을 위한 시료채취 작업 또한 신속하고 용이하게 이루어질 것으로 판단된다.

#### 參 考 文 獻

1. 강창모, 권기욱, 이종달, 1995, 하천조사를 위한 GIS 및 GPS 응용, 영남대학교 공업기술연구논문집 23(2) pp.19-32.
2. 박승철, 김수원, 1998, GPS를 활용한 상수도관로의 정밀 위치정보 획득에 관한 연구, 계명대학교 산업기술연구소 논문집 21(2) pp. 59-67.
3. 조병훈, 김판기, 1995, 삼림자원 조사에서의 GPS의 이용 가능성, GPS를 활용한 산림자원 조사, 심포지움 pp. 53-71.
4. 조성인, 강인성, 최상현, 2000, 정밀시비를 위한 소구획 경작지내의 가변적 시비처리량 결정, 한국농업기계학회지 25(3) pp. 241-250.
5. 홍성구, 이남호, 2001, 축분퇴비의 농지환원시 오염부하 포텐셜 평가, 한국농공학회지 43(1) pp. 66-74.
6. Choi, Jin Yong, Kwang Sik Yoon, Jong Ok Kim, 2000, GPS application for the digital map construction of irrigation canal networks, Journal of Korean Society of Agricultural Engineering Vol 42, pp. 9-16.

“이 논문은 1999년도 한국학술진흥재단의 연구비에 의하여 지원되었음 (KRF-99-0410G00003).”