



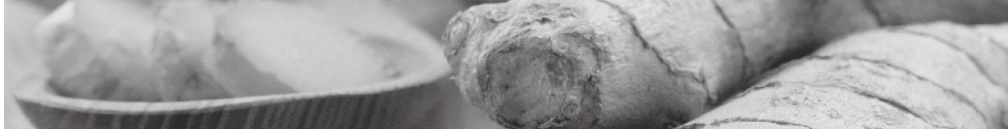
## 생강 저장굴의 질식사고



동국대학교  
의과대학 교수  
임 현 술

2016년 생강(ginger) 재배면적이 전년 대비 크게 증가하고 생산량도 급증하면서 도매가격이 작년의 절반 이하로 형성되어 수확철 수급 안정 대책이 시급한 상황이라고 한다. 작물 가격이 올라가면 대부분 다음 해 그 작물을 재배하여 가격이 낮아지는데 왜 그러는지 물어 본 적이 있었다.

농작물 가격은 대부분 낮아 다음 해 어느 작물의 가격이 오르지 모르는데 사람 심리가 가격이 높았던 작물을 더 심게 된다고 하였다. 국가기관이 수확량을 예측하는 것은 어렵지만 농민들도 믿지 않는다고 한다. 그러면 저장을 잘해서 작물이 귀할 때 적당한 가격에 파는 것이 바람직할 것이다.



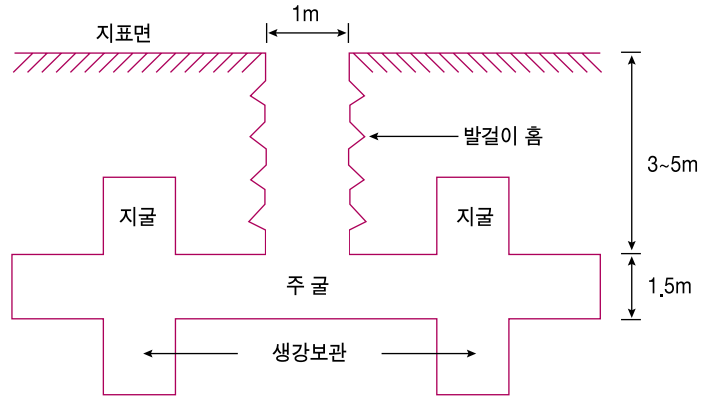
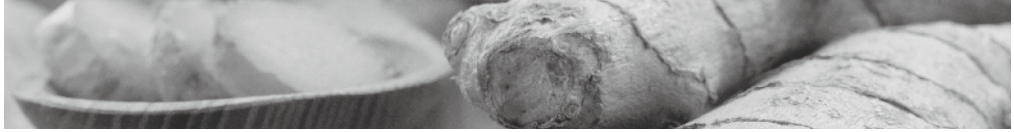
생강은 생강과에 속하는 여러해살이 초본이다. 양념용 및 가공용으로 널리 이용되고 기침, 두통 및 식욕부진 등에 효과가 있다고 알려져 국내뿐만 아니라 외국에서도 대체 약물로 사용되고 있다. 수확을 한 생강은 다음 해 파종과 출하 시기를 조절하기 위하여 저장이 필요하다. 생강은 15°C 이하에서는 생육이 정지하고, 18°C 이상이면 싹이 트고, 20°C 이상에서는 부패하기 쉬우며, 10°C 이하에서도 생리적 동해로 부패된다. 따라서 저장하기 적합한 온도는 12~15°C, 습도는 85~90%이다. 생강은 4월 하순에서 5월 초순경에 파종을 하며, 10월 중순에서 11월 초순경에 수확이 이루어진다.

생강을 저장하는 이유는 다음 해에 종자로 쓰기 위한 목적과 수확 시기에 홍수 출하로 인한 가격 하락을 막고 가격이 오를 때 출하하기 위함이다. 생강 저장굴에 출입하는 시기는 수확, 파종 및 중간 출하를 할 때이다.

1996년 8월 무등일보에서 생강 주산지인 충남 서산과 전북 완주 지역에서 생강 저장굴에서 작업 도중 추락사고 및 질식사고가 해마다 10여 건이 발생하고 그중 1~2명씩 사망하고 있다는 기사를 접하게 되었다. 추락사고는 이해가 되는데 질식사고 원인은 무엇일까? 필자가 도움이 될까? 현장을 가보는 것이 중요하다고 생각하여 1998년 2월경 충남 서산시를 방문하였다. 포항에서 5시간 이상이 소요되는 먼 거리였다. 생강의 주산지인 충남 서산시, 당진군 및 태안군을 관할하고 있는 서산시 소방서 통제센터를 가서 신문기사를 보고 질식사고의 원인을 파악하려고 왔다고 하니 반갑게 맞아 주었다. 서산지역에서 생강 재배가 본격적으로 시작된 1970년대 중반부터 해마다 사고가 십여 건 반복되어 2~3명의 농민들이 목숨을 잃는 등 서산지역에서만 100여 명이 사망하였고 그 원인을 유해가스 중독으로 알고 있다고 설명해 주었다.

농가를 방문하여 생강 저장굴의 형태를 직접 관찰하였다. 저장굴은 황토에 굴을 파는데 가로와 세로가 각각 1 m의 사각형 형태로 지표로부터 5~7 m 정도 수직으로 파 내려간 뒤 수평 방향으로 굴을 판 형태였다. 수평 방향 굴의 길이는 저장할 양에 따라 다르며, 5 m 이상의 굴을 여러 방향으로 파 들어가는 형태이다(그림1). 입구는 온도와 습도 유지를 위하여 나무, 함석, 벗짚 등으로 덮어 폐쇄시키고 있었다. 출입 시 사다리를 이용하기도 하지만 대부분 벽면에 흠을 파서 흠 사이를 딛고 출입하고 있었다.

산소농도를 측정하기 위하여 외기에서 21.1%로 보정을 한 뒤 생강 저장굴 입구에서 측정하니 20.7%였고, 생강이 보관되어 있는 심부에서 20.6%이었다. 이산화탄소는 외기와 입구에서 검출되지 않았으나 심부에서 1,000 ppm 정도였다. 일산화탄소, 황화수소, 암모니아는 외기, 입구 및 심부에서 검출되지 않았다.



〈그림1〉 생강 저장굴의 일반적 형태

추락사고는 생강 저장굴을 출입할 때 비좁은 공간에서 발을 헛디디거나 사다리가 부서지거나 황토 흙으로 이루어진 발걸이 홈이 무너져 발생하는 경우가 많다고 한다. 이해가 되었다. 질식사고는 여러 요인이 있을 것이다.

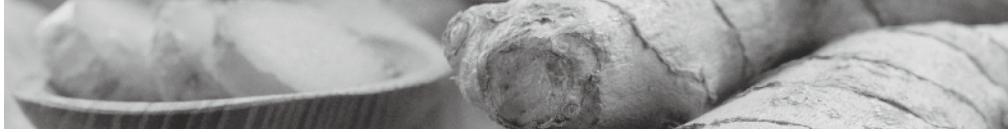
첫째, 밀폐된 공간에 생강을 장시간 저장할 때 산소를 소비하고 이산화탄소를 방출하는 호흡작용으로 저산소증이 유발될 수 있다.

둘째, 생강 저장 중에 미생물이 증식하면 산소를 과다하게 소모하여 저산소증이 유발될 수 있다.

셋째, 생강이 부패하면 이산화탄소, 일산화탄소, 메탄가스, 암모니아 및 황화수소 등이 생성되어 단순질식제 및 화학적 질식제로 작용할 수 있다.

저산소증이 주요 원인이나 생강이 부패할 때 나오는 유해가스가 원인일 가능성도 있다고 추정하였다. 생강을 재배하는 농민들이 생강 저장량이 많거나 부패가 많이 되거나 환기 없이 생강굴 출입 시 질식사고가 다발한다고 응답하여 저산소증일 가능성을 시사하였다. 저산소증은 공기 중의 산소농도가 18% 미만인 상태를 말하는 것으로 최초 증상은 호흡 속도와 깊이가 증가하고, 산소농도가 16% 이하로 낮아지면 호흡 및 맥박이 증가하고 구토, 두통의 증상과 더불어 활동능력과 인지능력이 저하되며, 10% 이하가 되면 즉시 의식을 잃고 사망한다. 산소농도가 6% 이하에서는 단 1회만 호흡하여도 실신하여 사망할 수 있다. 산소 없이 4~6분이 지나면 뇌와 신경세포는 파괴되며, 다시 산소가 공급되어도 재생되지 않으므로 저산소증은 영구적으로 뇌와 신경에 손상을 준다.

1998년 서산시를 방문 시 2월이어서 저산소증과 생강이 부패 시 나오는 유해가스에 의할 수 있다고 생각하였지만 가스는 측정이 되지 않았고 2월은 보관 기간이 짧아 산소농도가 크게 낮지 않았고



미생물이 증식하여 부패가 진행될 때도 아니므로 판단하기에 한계가 있었다. 6월에 환경농도를 측정하고 싶었다. 1999년 6월경 날씨가 화창한 휴일에 방진마스크와 측정기만 가지고 전공의와 함께 서선시를 다시 방문하였다. 소방서를 방문하여 근무하고 있는 소방관에게 생강굴 질식사고의 원인을 알기 위하여 유해물질 농도를 측정하러 왔다고 하니 큰아버지가 생강굴을 소유하고 있어 자기와 같이 가면 측정할 수 있으니 상관에게 허락을 받아 달라고 하였다. 상관에게 허락을 구하니 흔쾌히 허락해 주었다.

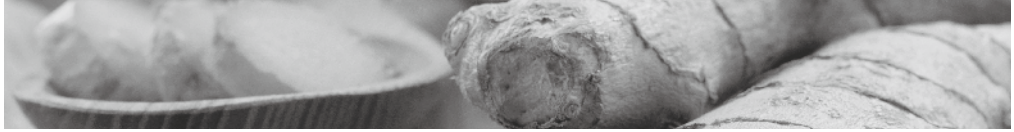
1996년 1월부터 1999년 8월까지 서산시 소방서 119 구급대를 이용한 사례 중에서 생강 저장굴과 관련된 사례는 총 20예가 있었다. 그 중에서 질식사고는 13예, 추락사고는 7예가 있었고 사망사고는 질식사고의 경우에만 7예가 있었으며, 질식사고의 6예는 서울로 후송되어 사망 여부를 정확히 파악할 수 없었다. 질식사고는 남자 10명, 여자 3명이었고, 30대 이하 3명, 40대 3명, 50대 3명, 60대 4명이었다. 질식사고는 6~9월에 발생하였고 추락사고는 수확 및 파종 시점에 주로 발생하는 양상을 보였다. 질식사고 중 살아난 사람을 확인할 수 없었다. 모두 사망하였을 가능성이 있다.

소방관이 송기(산소)마스크와 산소통을 준비하고 같이 동행하게 되어 든든하였다. 과거와 달리 생강 저장굴 앞에 유해가스에 의하여 질식사고가 발생할 수 있으니 조심하라는 팻말이 붙어 있는 곳이 있었다. 소방관의 도움을 받아 전공의가 송기마스크를 착용하고 2개의 저장굴에 들어가 측정을 하였다(그림2). 부패가 시작되는 시점인 6월 지하 3 m 지점의 산소농도는 2개의 저장굴에서 각각 15% 정도였고 굴 심부에서는 각각 12%에 불과하였다. 이산화탄소는 심부에서 검출한계인 5,000 ppm을 각각 초과하였다. 일산화탄소, 황화수소, 암모니아는 모두 검출되지 않았다.

보관 기간이 길어질수록 산소농도는 감소하고 미생물이 증식하여 부패 시 훨씬 더 저산소증이 될 것이다. **생강 저장굴에서 발생하는 질식사고의 원인은 일산화탄소, 암모니아 및 이산화황과 같은 유해가스가 아니고 산소농도 감소에 의한 저산소증이라고 판단하였다.** 부패되어 냄새가 날 때 산소가 더 소모되어 저산소증이 되어 유해가스에 의한다고 생각하였을 것이다. 미생물도 호흡한다는 사실, 그것도 엄청나게 호흡하여 산소가 소모된다는 사실을 문헌을 통하여 알게 되었다.

이산화탄소는 단순질식제에 해당하는 것으로 그 자체로는 독성이 없다. 그러나 산소를 소비하고 이산화탄소를 생성하는 부패 또는 발효 과정에서는 급격히 산소와 대치되어 감소한 산소분압도 기여할 것이다.

처음에 어떻게 측정할 수 있을 것인지 걱정이 있었지만 소방관 덕분에 무사히 측정하고 저산소증이라고 확신을 하는 순간 기뻐다. 소방관과 함께 태안의 바닷가 횡집에서 꽃게탕을 먹었다. 지금까지



이렇게 맛있는 꽃게탕은 먹은 적이 없었다. 산지에서 싱싱한 탕을 먹었기 때문일까? 기분이 좋아서일까? 생각이 나서 어쩌다 꽃게탕 집을 방문하는데 그 때 맛이 안 난다.

질식사고를 예방하기 위하여 현대식 지상 또는 지하에 대량의 저온 저장고를 마련하여 공동으로 생강을 보관하는 것이 근본적인 대책이라고 생각한다. 농민들이 냄새가 나면 생강굴을 출입 시 산소 농도를 측정하면서 작업을 할 수 있으나 이 역시 어려울 것이다. 생강굴에 불타는 종이를 넣어 불이 꺼지면 출입을 금하고 선풍기에 비닐로 생강굴 속까지 연결하여 선풍기 바람으로 생강굴을 환풍을 시키는 것이 차선의 방법이다. 2인 이상 함께 작업하며, 응급 상황 발생 시 지상과 연락을 취할 수 있는 방법을 강구하여야 할 것이다.

지역 소방관들은 생강굴의 질식사는 저산소증이므로 굴 내에서 환자를 송기마스크로 산소공급을 하면서 후송하여야 할 것이다. 이들에 대한 저산소증에 대한 응급처치 교육이 절실히 필요하다. 다른 지역 의료기관에 이송보다 지역 의료기관에서 저산소증 치료를 준비하고 고압산소요법을 하는 등 노력하여야 할 것이다. 그럼에도 불구하고 저산소증이므로 대부분 사망할 것이다. 농업인은 질식 사고가 발생하면 굴 내부에 선풍기로 산소를 공급하면서 소방서에 연락하여야 할 것이다. 구출을 위하여 직접 굴에 들어가면 저산소증으로 사망할 가능성이 높다는 사실을 교육하여야 한다.

논문을 게재하고 필자가 할 수 있는 일이 무엇일까? 서산 시장에게 대책을 마련하기를 바라면서 논문과 편지를 보냈다. 대책을 마련하여 사고가 감소되기를 바라면서, 서산시 농정과장에게서 답변이 왔다. 관심을 가져 주어 고맙다고 자신들도 노력하고 있다고, 무엇을 하겠다는 계획은 없었다. 약간의 경비를 투자하면 될 것 같은데, 개제된 논문이 농민들의 건강을 지키는데 기여하기를 바라면서 기다리자.

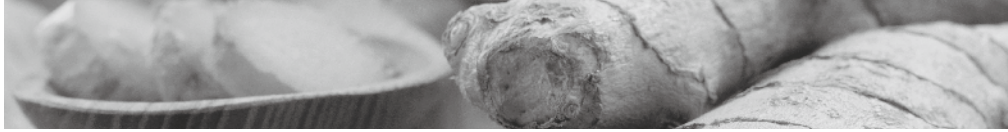
이 글을 쓰면서 몇 가지 내용을 접하게 되었다. 이를 소개한다.



〈그림2〉 생강굴로 진입하는 전공의



〈그림3〉 선풍기와 비닐 덕트



〈충청투데이 2004. 04. 14〉

서산에서는 소방서를 중심으로 생강굴이 있는 농가에 선풍기와 비닐 덕트를 이용한 급기장치를 보급했다. 매우 좋은 방법인데 덕트를 충분히 길게 하여 깊은 저장소에까지 공기를 밀어 넣어야 의미가 있다. 물론 덕트가 길어지면 저항도 커져서 선풍기로는 힘이 부칠 것이기 때문에 공기치환팬을 구입하는 것이 더 좋다(그림3).

〈충청투데이 2012. 05. 29〉

2006년 서산시 농업기술센터가 유해가스를 차단하는 저장기술을 개발했지만, 실효성이 없어 농민들로부터 외면을 받고 있다. 2008-2009년까지 총 10개의 저장굴을 시범 대상으로 농업기술센터가 개발한 유해가스 차단 저장굴 조성사업을 지원했지만 생강의 부패율이 높고 저장성도 떨어진 것으로 나타났다. 도 농업기술원 관계자는 “근본적으로 저장굴 시설 개선을 위한 방안이 필요한 것은 공감하고 있다”며 “연구 여력이 마련되면 시설 개선을 위해 노력할 것”이라고 말했다.

〈『産業』 안전/「농업안전보건의」 2012/05/28 보납산〉 생강굴 질식사고의 원인

2012년 5월 27일 태안의 한 농가 생강굴에서 2명의 농민이 사망했고 1명이 중태에 빠졌다. 이번 사고의 원인은 ‘산소 결핍’이 거의 확실하다. 연합뉴스를 비롯한 KBS, MBC 등은 ‘가스중독’이라고 보도하고 있으나 오보이다. 동국대 임현술 교수 등이 충남 서산에서 생강굴 3곳을 직접 측정한 결과에 따르면, 저장 5개월 무렵인 2월에는 생강굴 내 산소농도가 20.7%였는데 부패가 진행 중인 6월에 측정된 결과 굴 안쪽에서는 공기 중 산소농도가 12%에 불과했다. 생강굴에 산소가 부족한 이유는 밀폐된 공간인 생강굴 내에서 생강의 호흡작용 및 발아, 부패세균 등 미생물에 의한 산소 소모를 들 수 있다. 저장기간이 길어질수록 발아 및 부패율은 높아진다.

누군가 생강굴에서 쓰러졌다면 선풍기와 비닐덕트로 충분히 바깥공기를 밀어 넣어주고 굴에 들어가거나 공기호흡기를 착용하고 들어가야 한다. 119에 알릴 때는 생강굴에서 쓰러졌다는 사실을 분명하게 말해야 구조대가 좀 더 빠른 구조에 나설 수 있다.

아직도 계속되고 있는 참사와 오보들! 현대 과학이 이런 일을 해결하는데 기여하기를 기대해 본다. ☺

**주석**

1. 임현술, 김현, 배근량, 김두희. 생강저장굴에서 발생한 건강피해. 한국농촌의학회지 1998; 23(2): 251-258
2. 임현술, 배근량. 생강 저장굴에서 발생한 건강 피해의 원인 조사. 예방의학회지 2002; 35(1): 72-75