

제1장 농업환경

*주요용어

- 환경요인(Environmental factor) : 생물체를 둘러싸는 환경을 구성하는 요인으로 환경과 생물관계를 음미하는 데 있어 기상 환경, 토양 환경 및 생물 환경으로 나눌 수 있다.
- 생물상(Biota) : 특정 생태계 내에 존재하는 모든 생물적 요소.
- 물질순환(Matter cycle) : 생태계에서 생물들 간 또는 생물과 비생물 사이에서 물질을 무한하게 이용하는 메커니즘.
- 기상재해(Meteorological disaster) : 기상이 원인이 되어 발생하는 큰 피해.
- 산성비(Acid rain) : 산성도를 나타내는 수소이온 농도지수(pH)가 5.6 미만인 비를 말하며, 대기오염물질이 대기 중의 수증기와 만나 황산이나 질산으로 변하여 비에 흡수된 것.

*강의 개요

·농축산환경학

-식물 및 동물 생산과 관련된 환경과의 관계를 이해하고, 이를 바탕으로 농업 생산 환경을 개선시키는 융합 학문.

-농업 생산 환경 : 농업과 생태계, 토양, 물, 기상, 농약, 기후변화, 시설 자재.

·농축산물 생산성 향상과 환경보전.

·4차 산업혁명의 농업적 적용.

1.자연 환경과 생물

·환경(environment)의 개념

-생물체의 개체 및 집단을 둘러싸고 있는 상황 혹은 조건.

-생물체에 영향을 주는 것들의 총합.

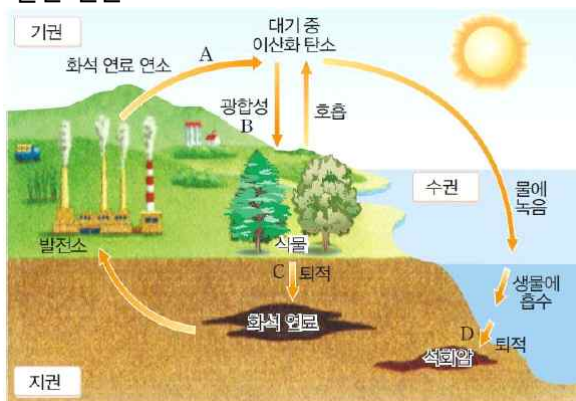
·환경 요인

-기상 환경 : 식물의 지상부 및 동물의 생활환경(기온, 강우, 습도, 일사 등).

-토양 환경 : 식물의 지하부 환경(수분, 양분, 식물체 지지, 위도, 경도, 경사 등).

-생물 환경 : 식물, 동물 및 미생물(경합, 공생관계).

·물질 순환



2.농업환경의 특성

(1)생물상의 변화

·자연과 농경지의 생물상

-다양한 생물상(자연 생물상), 단순한 생물상(농경지 생물상).

(2)물질 순환

·농업 유형과 물질 순환

-완전순환계(자연), 불완전순환계(외부 영향)

3.기후와 농업

(1)우리나라의 기후

·기상과 기후

-기상(weather) : 시시각각 변하는 대기현상(날씨는 대기 변화의 외형적 특성).

-기후(climate) : 장기간에 이루어진 대기현상들의 평균 상태.

-계절(season) : 기후의 연 주기를 구분.

·4계절과 농업

-비교적 뚜렷한 4계절.

-하지와 동지를 기준으로 24절기.

-여름철 덥고 습함.

-겨울철 춥고 건조함.

-여름과 겨울의 온도차가 심하며 강수량은 여름에 집중.

·생물 계절

-계절이 바뀔때 따라서 식물과 동물의 활동이 달라지게 되며, 계절별로 일정한 출현 시기를 가지고 있는 동물, 식물.

-생물 계절 지표 식물 : 진달래, 개나리, 벚나무, 국화, 단풍나무.

-생물 계절 지표 동물 : 제비, 기러기, 매미, 귀뚜라미, 나비.

(2)기상 요소와 작물 생산

·대기 물질

-지구를 둘러싸고 있는 공기.

-건조 공기의 구성 성분 : 질소-78.1%, 산소-20.9%, 이산화탄소-0.03%.

-대기 중 공해 물질 : 아황산가스, 이산화질소, 플루오르, 에틸렌.

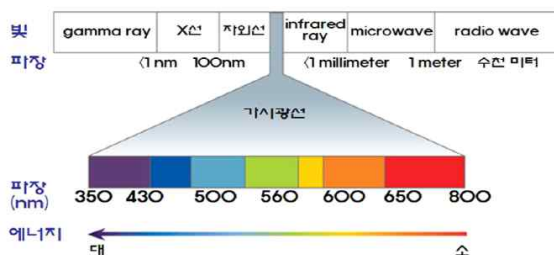
·태양광(빛)

-태양에너지는 지구상 모든 에너지의 근원과 기상 변화의 원동력.

-여러 가지 파장의 묶음 : 적외선 380nm 이하, 가시광선 380~770nm, 적외선 770nm 이상.

-광합성에 사용되는 빛의 파장 : 가시광선과 근적외선의 일부.

·태양광(가시광선)



·광합성과 태양에너지 이용률

-태양에너지 이용 이산화탄소 고정 : 육지식물(73%), 바다생물(27%).

-육상식물의 빛에너지 이용률은 태양 상수의 2~4%.

-광보상점 : 광합성량과 호흡에 의한 소모량이 같음.

-광포화점 : 광합성량이 더 이상 증가하지 않음.

·일장 효과

-낮의 길이가 꽃눈의 발육과 개화에 영향

장일식물	1일 낮 시간이 14~16시간(완두, 시금치, 딸기, 백합, 무).
단일식물	낮 시간이 8~10시간으로 짧음(늦벼, 조, 수수, 옥수수, 콩, 국화).
중성식물	낮의 길이가 개화에 영향을 주지 않음(가지, 토마토, 강낭콩, 울벼).



·온도

-기온 : 대기의 온도

-식물의 광합성과 호흡, 물의 흡수, 증산작용 및 대사활동.

-생육 적온 : 대부분의 작물은 20~35℃.

-유효 온도 : 생물의 활동이 이루어지는 온도.

-적산 온도 : 일정기간 매일의 평균 기온을 합산한 온도.

·물

-모든 생명체의 기본 물질이며, 생물체 대사반응을 수행.

-세포 내 모양과 형태 유지, 생체물질의 용매, 체온 조절 기능, 광합성과 호흡 작용에 관여.

-대기 중의 물은 수증기 형태로 습도를 결정.

-대기 중 습도↑, 증산작용↓ 식물 생육에 지장.

-대기 중 습도↓, 증산작용↑ 수분 부족 장애.

-강수량 : 지표에 떨어진 물의 총량.

·이산화탄소

-이산화탄소의 농도는 광합성 속도에 영향.

-식생과 계절, 바람 등의 요인으로 농도 변화.

-여름철이 낮고, 겨울철이 높음.

-하루 중에서는 낮에는 낮고, 밤에 높음.

-밀폐된 온실이나 시설재배지의 이산화탄소 농도 변화가 큼.

-노지의 낮과 밤의 농도 차이 150~200mg/L.

-온실의 낮과 밤의 농도 차이 225~250mg/L.

(3)농업 기상재해

·기상재해

-기상의 변화에 의하여 발생하는 모든 피해.

-온도와 관련된 재해 : 동상해, 냉해, 고온해.

-물과 관련된 재해 : 한발해, 수해.

-바람과 관련된 재해 : 폭우를 동반한 태풍, 폭풍.

-기상재해 종류별 빈도 : 한발해>수해>냉해.

-피해면적 : 수해>한발해>냉해.

-한발지수(증발량/강수량) 기준 농업기후지대 4개 구분.

-풍수해 발생빈도(회/2년)에 따른 농업기후지대 구분.

-저온출현율(5/15~6/5일 평균기온 13℃ 이하 출현비율).

-동해안 남-북-중부 지대가 주요 기상재해 빈도가 높음.

4.우리나라의 농업환경

(1)농업이 환경에 미치는 영향

·농업의 환경보전기능

-대기정화 기능, 기온상승 억제, 홍수의 조절 및 방지, 지하수 함량 증대, 하천 생태계 유지 및 수질 개선, 토사유출이나 토양침식 방지, 휴양과 전통문화 공간 제공.

·농업의 환경저해요인

-자연생태계 파괴, 지역적 조건에 따른 토양 유실, 하류지역 하천생태계 변화, 농약과 비료의 과다 사용(→토양 산성화), 비점오염원 작용, 가축분뇨의 부적절한 관리와 이용, 페비닐·빈 농약병 등 농업환경물질.

(2)농업환경의 현황

·대기질

- 산업화에 따른 오존, 산성비를 포함한 산성 강하물 : 토양 pH 저하.
- 온실가스 배출에 의한 지구온난화 : 매탄(CH_4), 아산화질소(N_2O).

·수질

- 농업용수 : 지표수와 지하수.
- 농업용수 오염원 : 중금속, 농약 및 비료의 영양염류.
- 농업용 지하수 : 논농사용 관정은 수질 양호, 시설원에 재배지는 농업용수 수질기준 초과 증가.

·토양

- 농경지 토양조사 주기적 실시 : 농촌진흥청(토양비옥도), 환경부(토양오염도).
- 토양에서의 농약 잔류성은 꾸준히 낮아지고 있음.
- 논 토양 : 유기물은 적정 수준, 유효인산은 증가.
- 밭 토양 : 유기물 적정 수준, 유효인산 과다 및 염류집적.

·농산물 안전성

- 잔류농약, 항생물질, 중금속 및 마이코톡신.
- 농약안전사용기준 설정 : 수확 전 최종 살포시기와 횟수.
- 농산물 농약잔류허용기준 설정 운영.

(3)농업환경의 전망

·OECD 농업환경지표

- 토양, 용수, 대기, 자연, 농장재정 및 사회문화의 6개 지표 : 양분 사용, 농약 사용, 농업용수 등 13개 세부 지표 보고.
- 농산물품질인증제
 - 농산물우수관리(GAP) : 소비자 건강에 문제가 없도록 안전한 농산물을 생산한 농가에 인증(주변 환경, 생태계 고려X, 유기합성농약, 화학비료 사용 가능).
 - 친환경농산물 인증 : 재배과정에서 주변 생태계와 환경에 미치는 영향을 고려(유기합성농약이나 화학비료 사용 불가).
- 가축분뇨 이용 등 비점오염원 관리.

제2장 농업생태계

*주요용어

- 생태계(ecosystem) : 특정 지역과 공간에서의 비생물적 환경과 생물 공동체가 종합적으로 결합된 물질계 또는 기능계.
- 군집(community) : 일정한 생육조건하에서 생활하고 있는 모든 생물 개체군의 모임으로 생물군집을 이루고 있는 개체군은 먹이관계와 양분순환 등의 유기적인 관계를 가지게 된다.
- 항상성(Homostasis) : 생물체 또는 생태계가 내·외부의 변화에 저항하거나 대응하면서 평형상태를 유지해 나가는 경향.
- 탄소순환(carbon cycle) : 대기 중의 이산화탄소가 광합성에 의하여 유기물로 고정되고, 유기물은 먹이사슬과 호흡현상 및 미생물의 분해에 의하여 이산화탄소로 되어 무기물로 순환하는 현상.
- 질소순환(nitrogen cycle) : 생태계 내에서 질소가 생물학적 과정과 비생물학적 과정을 거쳐 다양한 화학 형태로 바뀌어 생물체에 이용되거나 환경으로 전환되어 순환되는 과정.

1.생태계와 농업환경

(1)생태계

·생태계(ecosystem)

- 생물과 비생물적 환경의 상호작용.

-모든 생물은 물리적 환경과 상호관계를 가지며, 에너지 흐름이 시스템 속에서 뚜렷한 영양단계, 생물의 다양성, 물질의 순환을 만들어 내고 있는 상태.

-환경(토양, 물, 대기 등 물리적 요소)+생물학적 요소.

-생태계가 환경보다 광범위.

·생태계 구성 요소

-영양적 입장에서 생태계 구성 요소

-독립영양 부분 : 빛에너지를 이용하여 유기물을 합성(ex. 식물-태양에너지를 유기물 속에 고정).

-종속영양 부분 : 유기물의 이용, 분해, 재분비가 이루어짐.

-구조적 입장에서 생태계 구성 요소

-비생물적 구성요소

: 순환무기물(C, N, CO₂ 등), 유기화합물(단백질, 탄수화물, 지방 등), 기후조건(온도, 기타 물리적 조건).

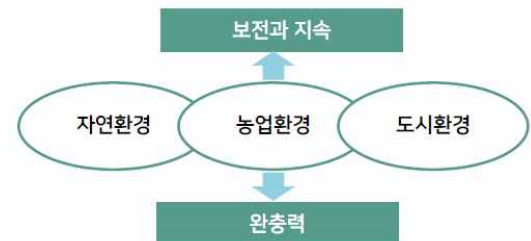
-생체량(Biomass)

: 생산자(독립영양생물), 대형소비자 또는 섭식 영양자(종속영양생물), 미세소비자.

(2)농업환경

·농업환경(Agriculture Environment)의 개념

-농업이 이루어지는 생산의 장, 자연환경과 도시환경 사이에 위치.



2.생태계의 구조

(1)생태계 구조

·생태계 조직화 단계 : 생물개체→개체군→군집→생태계.

·군집의 구조적 특성

-종 다양성, 우점과 상대밀도, 식생의 구조(수직, 수평 구성), 영양구조(종간의 먹이관계), 안정성.

·생태계의 항상성

-항상기구(feedback, 자동조절기구), 평형 수준의 개념(개체수 적정하게 유지), 피식과 포식.

3.농업생태계

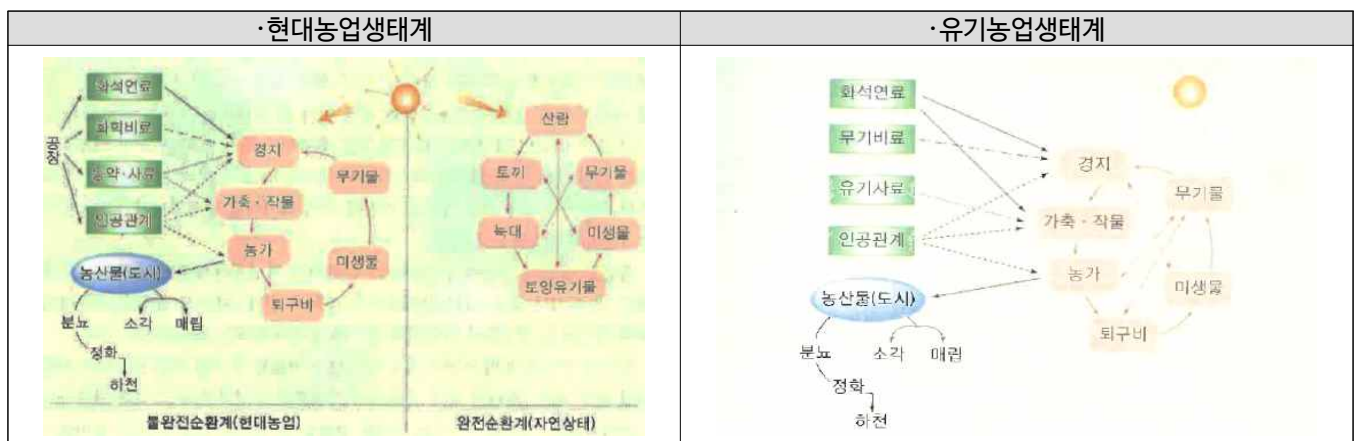
(1)자연생태계

·자연생태계의 특징

-에너지 흐름(태양에너지), 영양물질의 순환(자연적 조절), 개체군의 조정(역동적), 생태계의 변화.

-비밀물적이고 비직선적.

(2)관행농업생태계와 유기농업생태계

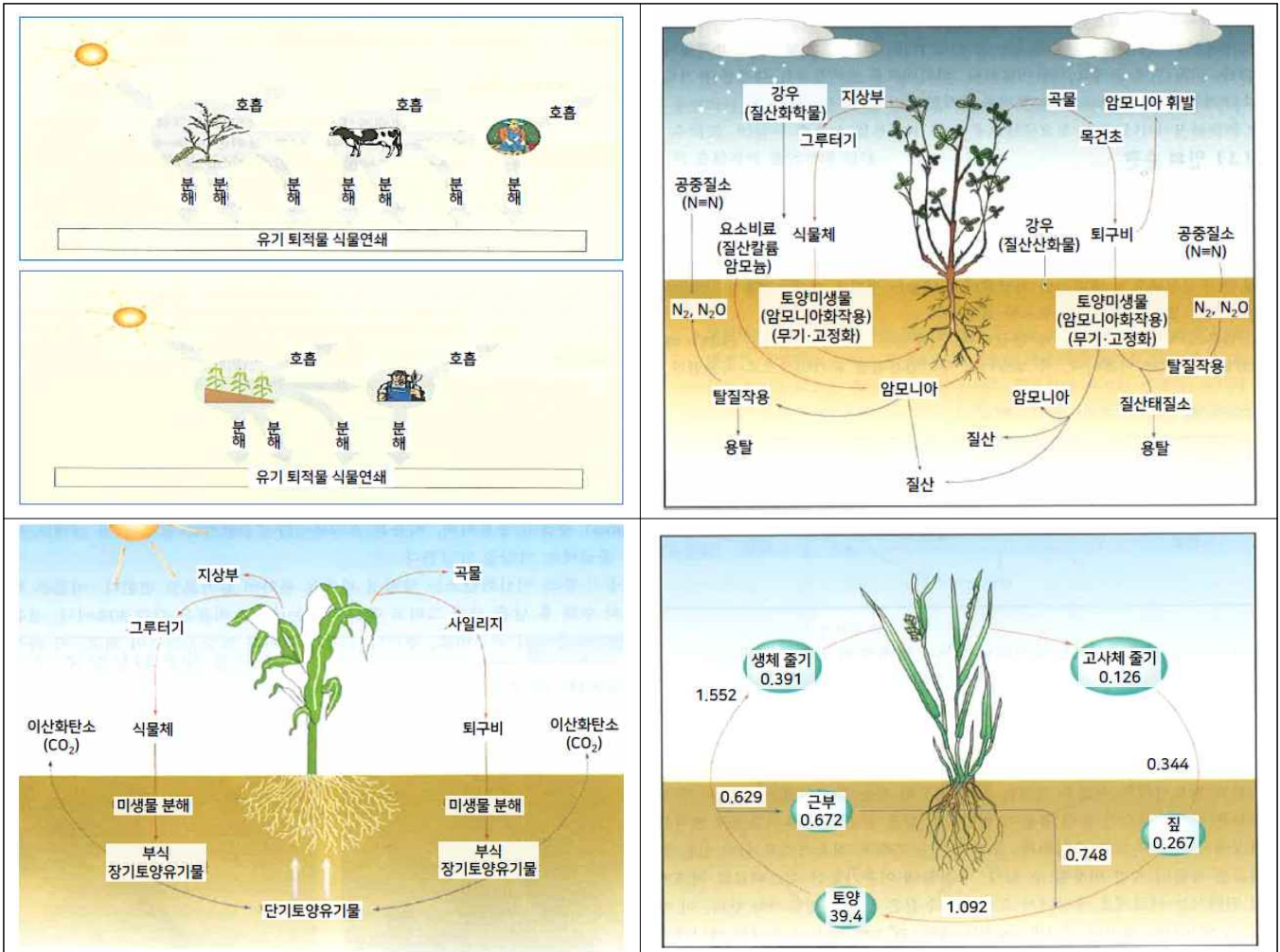


(3)농업생태계

·농업생태계의 특징

-에너지 흐름(태양에너지+보조에너지), 영양물질의 순환(순환의 양과 폭이 좁음), 개체군의 조정(미약함), 안정성(낮음).

·에너지 이동과 물질순환



(4) 농업생태계와 자연생태계

·농업생태계의 투입환경과 산출환경

투입환경	산출환경
에너지=태양에너지+보조에너지	동화 축적된 에너지와 물질
물질과 생물 유기체	생물 유기체의 이동

(5) 농업생태계의 지속성

·농업생태계의 지속성 특성

- 환경 부하의 최소화.
- 토양비옥도 보전 및 건전성 유지.
- 지하수 보전 수자원 활용.
- 야생생태계와 순화된 생물적 다양성 유지.
- 농업자원의 국부적·지역적 조절 가능.

(6) 지속가능한 농업

·지속가능한 농업의 개념

- 집약적 농업→저투입 지속적 농업.
- 토양검정, 비료 농약 최적 관리→생산성 유지·향상.
- 환경의 질을 보전·향상.
- 환경친화형농업(ESA).



제3장 토양환경과 토양오염

*주요용어

- 토양 단면(soil profile) : 토양을 지표면에 대하여 수직으로 잘랐을 때 토양층들이 모두 나타나는 단면으로 이를 관찰하여 토양의 색, 성질, 구조 따위를 알 수 있다.
- 토양 3상(Three phases of soil) : 토양은 토양광물과 유기물인 고체상태의 입자인 고상과 그 사이의 공극으로 이루어져 있다. 공극에는 여러 가지 용질이 녹아 있는 액상, 수증기와 이산화탄소 등 대기 구성분이 함께 있는 기상으로 채워져 있다.
- 토성(soil texture) : 토양의 무기입자를 모래, 미사 및 점토로 구분하고 이들의 함량비에 따라 결정되는 토양의 종류.
- 양이온 교환(cation exchange) : 토양클로이드 표면에 흡착되어 있는 양이온이 용액 중의 양이온과 교환하는 현상.
- 토양오염(soil pollution) : 산업활동에 의해 배출되는 유해물질이 토양에 축적되어 그 농도가 자연함유량보다 높아 지고 이로 인하여 토양에 악영향을 주어 그 기능과 질이 저하되며, 토양에서 생산된 생산물에 오염물질이 축적되어 인체에 악영향을 미치는 경우.
- 비점오염원(Non-point source pollutant) : 농경지, 양식장, 야적장, 도시노면배수 등과 같이 불특정하게 산발적으로 오염물질이 배출되는 오염원.

1. 토양 생성 및 발달

(1) 토양

· 토양의 정의

- 암석의 풍화산물인 모재 → 토양생성작용 → 토양.

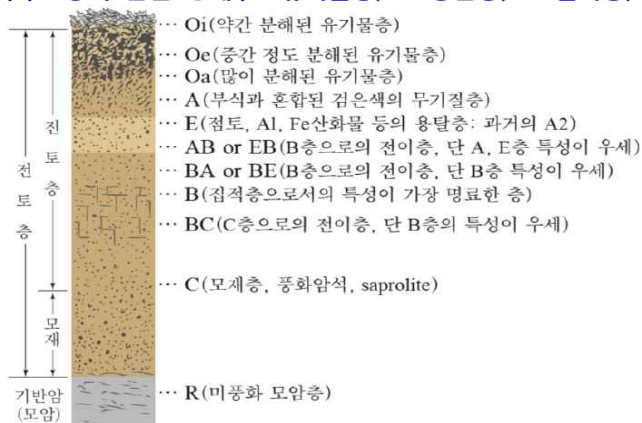
- 식물생산 측면 → 식물의 배지.

- 지각의 가장 윗부분을 덮고 있는 부드러운 물질로서 암석의 풍화산물인 작은 무기성분 입자와 동·식물에서 유래된 유기물 및 이들 고체입자들에 채워진 공기 또는 수분으로 이루어져 있으며 식물을 기계적으로 지지하고 수분과 양분을 저장·공급하여 주는 자연체.

(2) 토양 생성 인자

- 기후(강수량, 온도), 생물(유기물 함량), 모재, 지형, 풍화 기간 등이 토양의 성질을 좌우.

(3) 토양의 단면 형태(O-유기물층, A-용탈층, B-집적층, C-모재층, R-암반)



2. 토양환경의 구성과 기능

(1) 토양의 구성

· 토양 3상 : 고상(50%), 액상(2~30%), 기상(2~30%).

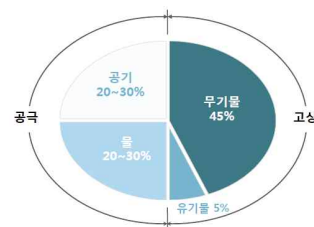
· 토양 3상의 구성 비율

- 이상적 구성 비율 : 무기물 45%, 유기물 5%, 공기 25%, 물 25%.

- 양분과 물의 보유량.

- 산소의 공급량.

- 뿌리 생육(고상비율 ↑ 뿌리자람 불량, 고상비율 ↓ 식물체 지지 ↓).



(2) 토양의 기능

· 토양 3상

- 무기물 : 암석의 풍화작용에 의해 무기물의 크기와 형태가 달라짐. 입자의 크기와 형태가 토양의 특성을 결정.

- 유기물 : 동·식물 잔재에서 유래, 부식(humus). 식물체에 영양분을 공급.

- 토양수분 : 공기와 함께 토양공극에 존재, 화학반응의 매질.

- 토양공기 : 식물뿌리와 미생물의 호흡.

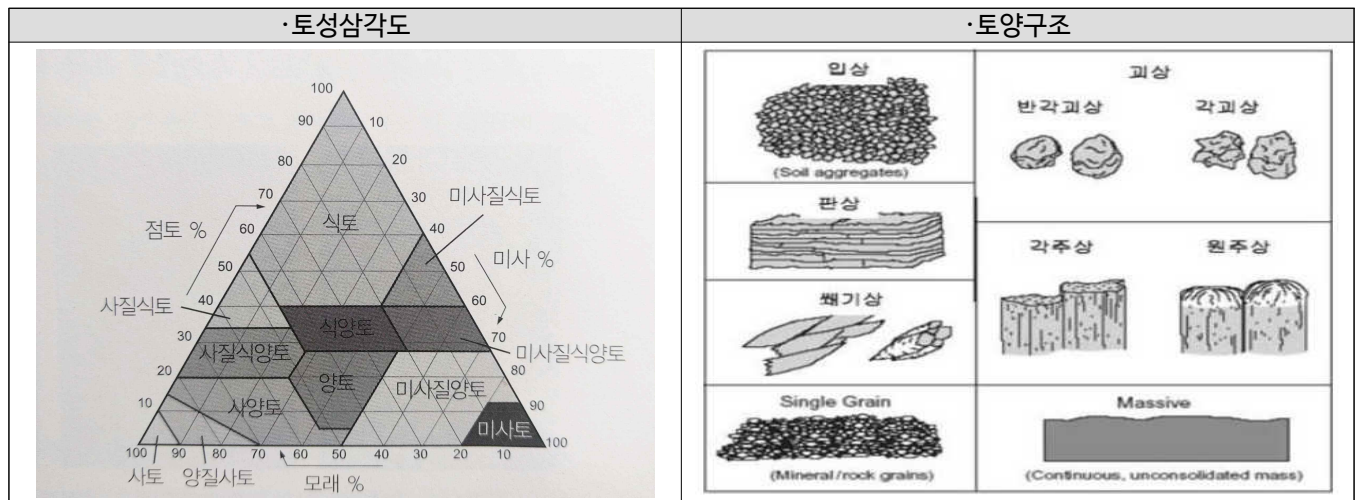
- 토양의 입경구분 : 점토 0.002mm(0.2 μ m) 이하, 미사(펄트) 0.02~0.05mm, 모래 0.05~2mm, 자갈 2mm 이상.

· 토양의 역할

- 수분의 저장과 공급, 양분의 저장과 공급, 식물체 기계적 지지.

3. 토양의 물리·화학·생물적 성질

(1) 토양의 물리적 특성



· 토양의 밀도와 공극률

- 용적밀도(Bulk density) : 공극을 포함한 토양의 부피. 토양의 이용 여하에 따라 밀도가 다르게 나타남.

- 우리나라 경작지양토의 평균 용적밀도 : 1.1~1.4g/cm³.

- 입자밀도(Particle density) : 토양 고형입자 자체의 밀도. 인위적으로 변화되지 않음.

- 공극률(Porosity) : (1-용적밀도/입자밀도) × 100 = 공극률(%)

토성	용적밀도(g/cm ³)	공극률(%)
사토	1.60	40
양토	1.20	55
식토	1.05	60

(2) 토양의 화학적 특성

· 토양의 화학적 조성

- 모든 토양이 동일한 조성은 아님.

- 가장 많은 성분 : 규산(SiO₂)과 알루미나(Al₂O₃).

- 토양콜로이드(교질물) : 표면전하를 가지고 있음, 점토와 같이 미세한 크기의 입자는 콜로이드 성질을 가지고 있음.

· 토양입자와 토양용액의 평형반응

- 토양반응(Soil reaction)

- 양이온의 교환(Cation exchange) : 콜로이드 표면상(대부분 음전하)에 가용성 상태인 양이온이 토양입자와 결합되어 있다가 식물의 뿌리를 통해서 식물에 영양분으로 공급됨.

- 토양의 산화·환원

- 염류집적



(3) 토양의 생물학적 특성

· 토양 생물

- 미생물 : 세균(수가 가장 많음), 곰팡이(토양 입단화 기여), 방선균.

- 토양동물 : 대형동물군, 중형동물군, 미소동물군.

- 토양식물 : 대형식물군, 미소식물군.

4. 우리나라 토양 특성

(1) 토양의 특성

- 산성모암인 화강암과 화강편마암에서 생성, 평균 pH 5.6인 산성, 유기물함량, 염류농도 및 CEC 낮음.

(2) 논 토양의 특성

- 토양비옥도가 비교적 낮음, 산성토양, 인산을 제외한 pH, 유기물, 칼륨, 마그네슘 등이 벼 성장에 부족.

(3) 밭 토양의 특성

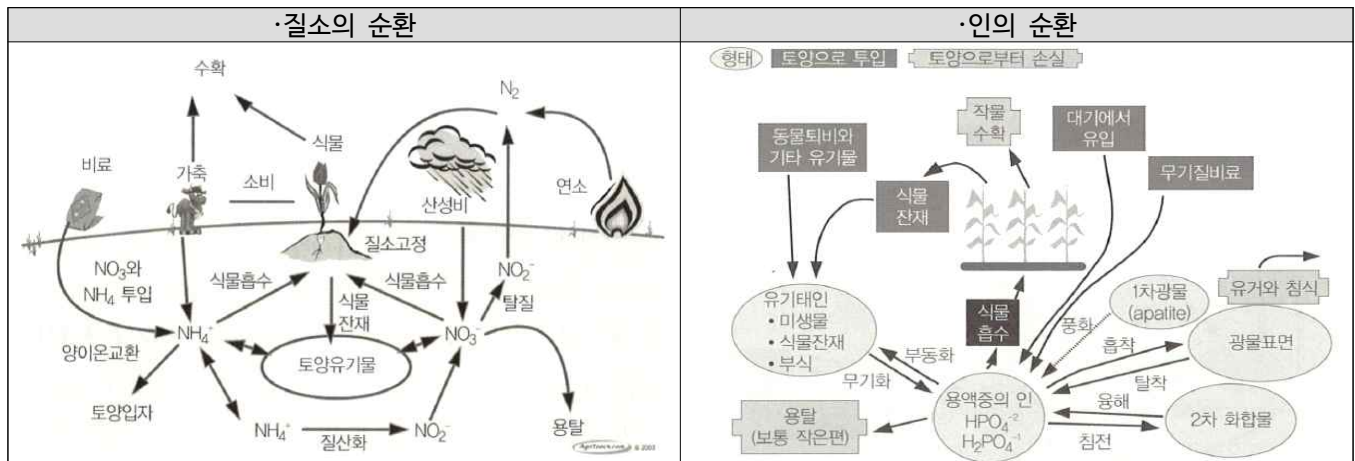
- 산성토양, 교환성 염류농도 낮음, 유효인산, 교환성 칼륨 함량이 증가 추세, 비옥도가 낮고 완충능력이 크지 않음.

(4) 시설재배지 토양의 특성

- 약산성 토양, 유기물함량은 적정 범위를 약간 상회.

- 유효인산함량이 적정 범위를 초과(수분과 염기 흡수 장애), 염류집적 및 지하수 오염 유발 원인.

(5) 토양질소·인산의 순환



5. 토양오염의 특징과 오염원

(1) 토양오염

· 토양오염의 정의

- 외부로부터 오염물질이 토양 내로 유입되어 그 농도가 자연함유량보다 높아지고 이로 인하여 토양에 악영향을 주어 그 기능과 질이 저하되며, 토양에서 생산된 바이오메스에 오염물질이 축적되어 인체에 악영향을 미치는 현상.

· 토양오염물질

- 카드뮴, 구리, 비소, 수은, 납, 아연, 니켈, 불소, 유기인 화합물, PCB, 시안화합물, 페놀류, 유류(동·식물성 제외), 유기 용제류.

· 토양오염의 특징

- 축적성 오염, 2차적 오염, 국소적 오염특성, 장기지속성, 오염상태의 불균질 문제, 시차성과 고비용 문제.

(2) 토양오염원

· 발생원에 따른 구분

점오염원(point source pollutant)
폐기물매립지, 대단위 가축사육장, 산업지역, 건설지역, 운영 중인 광산, 유독물 저장시설.
비점오염원(non-point source pollutant)
농약 및 화학비료의 장기간 연용, 휴·폐광산에서 유출되는 중금속, 산성비 등.

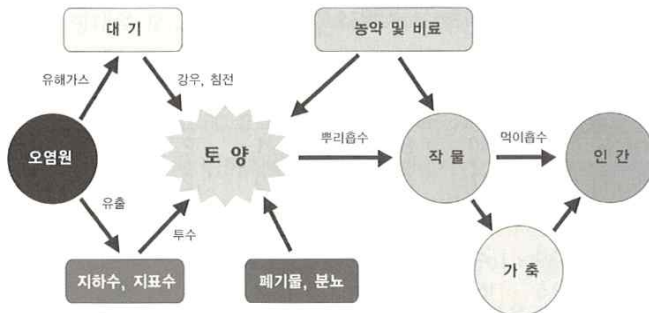


·원인물질에 따른 구분

-영양소(질소와 인), 농약 관련 물질, 유류 관련 오염물질, 중금속, 산성물질.

(3)토양오염 원인과 경로

·토양오염 경로



(4)토양오염과 생태계

·중금속이 자연생태계에 미치는 영향

-식물생육에 미치는 영향 : 원형질막의 투과성 변경, 식물 효소 억제 작용.

-수계환경에 미치는 영향 : 중금속의 생물농축.

-인체건강에 미치는 영향 : 먹이 연쇄.

·난분해성 유기화합물이 자연생태계에 미치는 영향

-난분해성 유기화합물(persistent organic pollutants, POPs).

-내분비장애물질(환경호르몬).

-물에 대한 용해도가 낮고 지질에 대한 친화력이 높음(체외 배출↓).

-생물농축에 의해 높은 영양단계의 동물은 농도가 축적.

제4장 수질환경과 수질오염

*주요용어

■ 하상계수(Coefficient of river regime) : 하천의 최대유량과 최소유량의 비.

■ 부영양화(Eutrophication) : 질소와 인 등의 영양염류 과다 유입은 조류의 이상 번식을 초래해 수중 용존산소가 줄어들게 된다. 수중 용존산소 감소는 수생식물 및 물고기에게 부적합한 환경을 조성해 수중생태계의 종 다양성이 감소된다.

■ 용존산소(Dissolved Oxygen) : 물속에 녹아있는 산소량을 의미한다. 용존산소량은 수온이 낮을수록, 공기와의 접촉 표면이 넓을수록, 유속이 빠를수록 증가한다.

■ 생화학적 산소요구량(Biochemical Oxygen Demand) : 수중의 유기물이 호기성 미생물에 의해 분해될 때 요구되는 산소량을 mg/L 또는 ppm 단위로 나타낸 것.

■ 화학적 산소요구량(Chemical Oxygen Demand) : 수중의 유기물이 중크롬산칼륨이나 과망간산칼륨과 같은 산화제에 의해 산화될 때 소비되는 산소량을 mg/L 또는 ppm 단위로 나타낸 것.

1.수자원의 종류 및 특성

(1)수자원의 종류

·수자원의 정의 및 분류

-지구상의 물 중에서 자원으로 이용 가능한 물을 의미함.

-수자원은 우수(빗물), 지표수, 지하수, 해수 등으로 구분됨.

①우수 : 눈, 비, 우박 등.

②지표수 : 하천수, 호소수 등(지구상의 수자원 중 가장 적은 양).

③지하수 : 천층수, 심층수, 용천수, 복류수 등.

④해수

(2)수자원의 특성

·물의 중요성

-수분은 인체의 약 70~80% 구성.

-영양물 및 산소 운반, 노폐물 배출 및 체온 유지.

-문명과 산업의 원동력

-4대 문명의 발상지 : 이집트 나일강, 이라크 메소포타미아, 인도 인더스&갠지스강, 중국 황하강.

-충분한 물 공급은 현대사회 발전에 필수인자(수량/수질 모두 중요).

·수권(Hydrosphere)

-바다, 강, 호수 등 지구에서 물이 차지하고 있는 영역을 의미함.

-수권은 지구표면의 71%를 차지함.

-지권(Lithosphere) : 지구의 지각 및 지구 내부.

-기권(Atmosphere) : 지구를 둘러싸고 있는 대기.

-생물권(Biosphere) : 지구에 살고 있는 생물, 지권·기권·수권 모두에 분포.

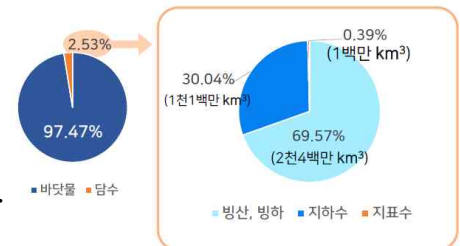
·지구상의 수자원 분포

-지구상의 물 총량 : 13억 8천 6백만km³, 지하수와 지표수는 지구상 물의 0.76%.

·수자원 부족

-전 세계 인구의 40%는 식수난과 용수난을 겪고 있음(산업 발달로 인해 물 수요는 급증하고 있음).

-국민 1인당 확보된 연간 담수량



물 기근 국가	물 부족 국가	물 풍요 국가
매년 1,000톤 미만 만성적 물 부족 경제발전/국민복지보전에 악영향	1,000~1,700톤 주기적인 물 압박 경험	매년 1,700톤 이상 지역적 또는 특수한 물 문제만 경험

→한 사람의 영양섭취를 위한 식량생산에 약 1,100톤의 물이 필요하다는 것을 근거로 구분함.

2.우리나라의 수자원 현황 및 특성

(1)우리나라 수자원 현황

·수자원 부존량 및 이용량

-수자원 총 이용량 : 부존량 대비 27%.

-수자원 이용량 : 농업용수>생활용수>유지용수>공원용수(농업용수 : 가장 많은 비중을 차지함).

(2)우리나라 수자원 특성

·강수량 특성

-우리나라 연평균 강수량 : 1,245mm(1974~2003년 평균).

-세계평균 880mm의 약 1.4배 : 강수량 풍부함.

-1인당 연간 이용가능 강수총량 : 2,591톤.

-세계평균 19,635톤의 약 12.5%에 불과함.

→좁은 국토면적에 비해 인구밀도가 높아 1인당 연간 이용가능 강수총량이 낮음. 연간 강수총량=국토면적×강수량

-1인당 연간 가용 수자원량 : 1,512톤.

-물 부족 국가 : 폴란드, 덴마크, 남아프리카공화국, 한국.

-여름철에 연강수량의 2/3가 집중.

-갈수기(11월~4월) : 연강수량의 1/5에 불과함.

-강수량의 계절적, 지역적 편차가 심해 수자원 관리 및 이용에 매우 불리한 특성을 지니고 있음.

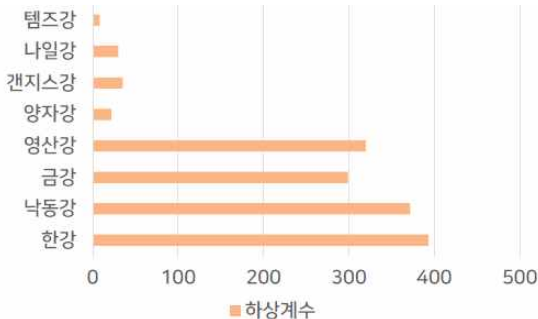


·지형 및 하천의 특성

-하천경사가 급해 강수의 유출시간이 짧음.

-연간 하천유량의 변동이 심함 : **하상계수¹⁾**가 높음.

-우리나라 및 외국의 하천별 하상계수



-수자원개발 및 관리에 매우 불리한 지형 및 유역 특성을 가지고 있음.

3.수질오염 및 수질오염의 영향

(1)수질오염

·수질오염의 정의

-물의 물리, 화학, 생물학적 자정능력을 초과하여 수질이 크게 변화함으로써 물의 이용가치가 저하되고, 생물이나 인간에게 피해를 주는 현상.

-수자원 이용에 지장을 초래하거나 수중 생물의 생태계를 파괴하는 현상.

·수질오염원

-점오염원 : 일정한 배출경로를 갖는 오염원(생활하수, 산업폐수, 가축분뇨 등).

-비점오염원 : 불특정 배출경로를 갖는 오염원(농경지배수, 도시노면배수 등).

·수질오염 유형

-산소 소모성 물질 : 미생물에 의해 유기물이 분해되면서 수중 산소 고갈시킴.

-생물학적 오염 : 세균, 바이러스, 기생충 등에 의해 감염성 질병 유발.

-무기영양소 : 수용성 질산염과 인산염 등에 의한 부영양화.

-수용성 무기화합물 : 산, 염기, 독성 중금속 등.

-유기화합물 : 유류, 세제 등.

-부유물질.

(2)수질오염의 영향

·인체에 미치는 영향

-직접적인 영향 : 중독 및 수인성 질병 감염(이따이이따이병-카드뮴 중독, 미나마타병-수은 중독), 기생충 감염 등.

-간접적인 영향 : 오염된 물, 어패류, 농작물 등의 동식물 섭취.

·부영양화

-질소와 인 등의 영양염류 과다 유입에 의한 현상.

-조류 과다 발생으로 투명도 감소.

-식물성 플랑크톤 대량 증식 : 햇빛 차단.

-수생식물 및 해조류 생존 위협.

-폐사한 동식물 및 플랑크톤 사체 분해과정에서 산소 감소.

-수중생태계의 종 다양성 감소.

1) 하상계수 : 하천의 최대유량과 최소유량의 비.

4.수질오염지표 및 수질환경기준

(1)수질오염지표

·부유물질

-탁도(Turbidity)

-물에 떠있는 부유물질의 정도에 따라 물의 맑고 탁한 정도를 측정한 값.

-단위 : NTU(Nephelometric Turbidity Units)

-부유고형물(Suspended Solid, SS)

-물에 녹지 않고 수중에 떠다니는 물질로 크기가 $0.1\mu\text{m}$ 이상의 현탁고형물.

-탁도, 색도를 유발하며 플랑크톤 및 세균 등의 미생물을 다량 함유함.

·유기물

-용존산소(Dissolved Oxygen, DO)

-물속에 녹아있는 산소량을 의미함.

-수온이 낮을수록, 공기와의 접촉 표면이 넓을수록, 유속이 빠를수록 용존산소량은 증가함.

-물고기 생존에 적합한 용존산소는 5ppm 이상이며, 용존산소가 2ppm 이하일 경우 악취가 발생하게 됨.

→ppm(Part Per Million) : $1\text{ppm}=1/1,000,000$, $1\text{ppm}=1\text{mg/L}=1\text{mg/kg}$

-생화학적 산소요구량(Biochemical Oxygen Demand, BOD)

-수중의 유기물이 호기성 미생물에 의해 분해될 때 요구되는 산소량을 mg/L 또는 ppm단위로 나타낸 것을 의미함.

-수질오염 정도를 나타내는 지표로 많이 사용됨(생물학적으로 분해 가능한 이분해성 물질 평가에 사용).

-일반적으로 20°C 에서 5일간 분해되는 과정에서 소모된 산소량으로 표시함(BOD_5).

-화학적 산소요구량(Chemical Oxygen Demand, COD)

-수중의 유기물이 중크롬산칼륨이나 과망간산칼륨 등의 산화제에 의해 산화될 때 소비되는 산소량을 mg/L 또는 ppm 단위로 나타낸 것.

-BOD와 함께 수질오염 정도를 나타내는 지표로 많이 사용됨(난분해성 물질 평가까지 사용).

·기타

-pH(수소이온농도)

-범위 1~14(중성 : pH 7, 자연수의 일반적 pH : 6.5~7.5).

-산성이나 알칼리성 표시.

-대장균

-독성물질, 중금속, 농약, 온도 등

(2)수질환경기준

·하천 수질환경 기준

-5개의 등급으로 구분.

-농업용수(하천수 수질기준 4급에 해당)

-수산용수 1급(하천수 수질기준 2급에 해당)

-공업용수 1급(하천수 수질기준 3급에 해당)

제5장 대기환경과 대기오염

*주요용어

- 대기(大氣, atmosphere) : 천체의 주위를 대체로 일정하게 둘러싸고 있는 기체층.
- 온실가스(Greenhouse gas) : 온실효과를 일으키는 가스.
- 지구온난화지수(Global Warming Potential) : 100년간의 이산화탄소의 온실 효과를 기준으로 다른 가스들의 온실 효과를 계량화.

1. 지구의 대기

(1) 대기권

· 대기(大氣, atmosphere)

- 천체의 주위를 대체로 일정하게 둘러싸고 있는 기체층.

- 지표에서 약 1,000km 상공까지 존재.

- 질소(N_2 , 약 78.1%), 산소(O_2 , 약 20.9%), 아르곤(Ar), 이산화탄소(CO_2), 수증기 등으로 구성되어 있음.

· 대기권의 구분

- 지표에서부터 대류권, 성층권, 중간권, 열권, 외기권으로 나뉨.

- 우리는 대류권(지표면에서 ~18km)에서 살고 있음.

(2) 대기권의 특성

· 대류권(Troposphere) : 지표면의 복사에너지로 가열되므로 고도가 높아지면 온도는 낮아짐.

· 성층권(Stratosphere) : 오존(O_3)이 태양으로부터의 자외선을 흡수하여 고도가 높아지면 온도 상승.

· 중간권(Mesosphere) : 고도가 올라갈수록 온도 감소.

· 열권(Thermosphere) : 고도가 올라갈수록 온도 증가.

2. 지구온난화

(1) 대기와 복사에너지

- 대기의 각각의 가스들이 태양에너지를 흡수하거나 반사시킴.

(2) 온실가스

- 온실효과를 일으키는 가스

· 온실효과란

① 짧은 파장의 태양 복사에너지가 지구에 에너지 공급.

② 지구는 긴 파장의 복사에너지 방출.

③ 온실가스가 긴 파장의 지구 복사에너지 흡수.

④ 흡수와 방출, 에너지 불균형으로 인한 온난화.

· 온실가스의 종류

- 기후변화협약에서 주로 논의되는 온실가스

- 이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4), 아산화질소(N_2O), 수소불화탄소(HFCs), 불화탄소(PFCs), 육불화황(SF_6)

- 지구온난화지수(GWP) : 100년간의 이산화탄소의 온실효과를 기준으로 다른 가스들의 온실 효과를 계량화.

Global warming potential (100 year basis)	
CH_4	25
N_2O	298
HFCs	4 ~ 12,400
PFCs	6,630 ~ 11,100
SF_6	23,500

(IPCC Assessment Report 5)

문제) 일정한 공기 중에 메탄 분자 3개, 아산화질소 분자 2개가 있다면, 이 공기의 온실효과는 이산화탄소 분자 몇 개가 일으키는 온실효과와 같게 될까요?

이산화탄소 분자와 비교하였을 때, 메탄 분자는 25배, 아산화질소는 298배 높은 온실효과를 보임. 따라서 메탄 3분자×25+아산화질소 2분자×298=이산화탄소 분자 671개의 온실효과를 일으킴.

(3) 인간과 온실가스

- 산업혁명 이후 주요 온실가스의 농도가 증가하고 있음.



3. 축산과 온실가스

(1) 축산과 관련된 온실가스

· 이산화탄소, 메탄, 아산화질소 배출원

- 이산화탄소(CO_2)- 직접적 배출 : 가축의 호흡(동물- CO_2 생산, 식물- CO_2 소비).

- 간접적 배출 : 가축과 관련된 활동에서 배출.

- 목초 및 사료작물 생산과정에서 배출, 농장과 수송, 가공산물 생산 등의 과정에서 에너지 사용으로 배출.

- 메탄(CH_4)

- 가축의 장내 발효, 가축분뇨 처리과정, 목초 및 사료작물 생산 과정(토양)에서 배출.

- 아산화질소(N_2O)

- 가축분뇨 처리과정, 목초 및 사료작물 생산 과정(토양)에서 배출.

(2) 장내발효

· 메탄

- 섭취사료 : 20~30시간 반추위에 존재, 70%의 소화가 반추위에서 발생.

- 메탄 생성 비율 : 장내발효(87%), 대장(13%).

- 반추위에서 생성된 메탄의 95%는 트림으로 배출.

- 사료와 메탄

- 섬유질 함량이 높고 소화율이 낮을수록(=반추위에 오래 있을수록)→메탄 발생량 증가.

- 농후사료가 높을수록→propionate 증가→메탄 발생량 감소.

- 사료가 반추위에서 머무르는 시간이 짧을수록→메탄 발생량 감소.

- 우유 생산효율성과 메탄발생량 비교

우유 생산량(kg/yr)	메탄 발생량(L/day)	메탄 발생량(L/kg milk)
6,500	442	24.8
3,400	382	41.1

(3) 가축분뇨

· 메탄과 아산화질소 생성 원리

- 가축분뇨의 유기성분(C, N)의 분해 과정에서 발생.

- 가축분뇨의 처리조건에 따른 온실가스 배출 변화.

- 이산화탄소(CO_2) : 호기적 환경에서 주로 배출.- 아산화질소(N_2O) : 혐기와 호기의 중간 환경에서 주로 배출.- 메탄(CH_4) : 혐기적 환경에서 주로 배출.

(4) 토양

· 질산화(nitrification)와 탈질화(denitrification)

- 토양의 온도, pH, 토양 내 NH_3 양, 토양 내 수분량, 산소량 등에 따라 차이 발생.

· 주요 배출원

- 질소질비료 사용, 유기질 분해, 작물 잔류물.

- 가축분뇨의 토양 시비.

- 침출, 유출, 휘발 등으로 인한 질소 손실.

(5) 에너지

· 에너지 소비에 의한 CO_2 배출

- 농장에서 사용하는 화석 연료 : 트랙터, 농장용 기구, 사료 생산 및 수송 등.

- 비료 생산과정에서 사용하는 화석연료.

- 제품 생산과정에서의 에너지 소비.

- 냉장시설에서 가스 유출
- 운전과정보다는 시설교체, 수리 중의 유출이 원인.

제6장 농약

*주요용어

- DDT(dichlorodiphenyl trichloroethane) : 농약 물질(살충제)의 시초라 할 수 있는 유기염소계 화합물로 저렴한 가격에 높은 살충 및 잔류 효과를 보여 1950~1960년대에 많이 사용되어 왔으나, 발암성이 확인되어 현재는 제조 및 판매가 금지된 물질.
- BHC(benzene hexachloride) : 유기염소계 살충제로 DDT와 마찬가지로 1950~1960년대 식량 생산에 많은 기여를 하였으나 난분해성, 높은 잔류성, 만성 독성을 나타내 현재는 제조 및 판매가 금지된 물질.
- 유기인계 살충제(organo-phosphate) : 해충 내 콜린에스테라아제를 억제하여 아세틸콜린이 분해되지 않게 하는 기작으로 살충 효과를 나타내는 물질로 독성이 일시적이고 중추 신경계를 통과하지 못함.
- 피레스린계 살충제(pyrethrin) - 사람 등의 포유류에 가장 안전한 농약 물질로 노출 시 나타나는 반응은 독성이라기보다는 알레르기성 및 접촉성 피부염이 가장 흔함.

1.농약의 역사

(1)개요

- 원에 분야에서 재배기술이 도입될 때 해충 방제 기술도 동시 도입.
- 청산훈증, 비산납 등의 무기화합물 살충제 또는 황산 니코틴, 피레스린 등 천연 약제가 농약의 역할 담당.
- 쌀의 생산 및 벼 해충에 대한 구제법은 명확히 제시되지 않음.
- 벼 해충은 멸구와 곤충 종류가 주를 이룸.
- 구제를 위해 고래기름을 논에 뿌려 멸구 등의 곤충을 두들겨서 떨어뜨리는 방제 방법에서 석유를 이용하는 방법으로 전환.
- 천적에 의한 방법과 청색형광 나방유고 등의 기술 개발 실시.
- 하지만 만족할 만한 방제 효과는 얻지 못함.
- DDT(dichlorodiphenyl trichloroethane)의 등장
- 제2차 세계대전 때 연합군이 사용한 강력한 살충제.
- 개발도상국에서 풍토병과 말라리아 등을 매개로 하는 하마다라 모기 등 위생해충의 소멸에 크게 공헌.
- 추후 유기염소계 농약 개발의 시발이 됨.
- DDT의 발명자인 물러(스위스)는 노벨 생리학 의학상 수상.
- BHC(benzene hexachloride)의 개발
- DDT에 이어 영국에서 발명되어 농약으로 해충 구제 및 식량 증산에 폭넓게 활용.
- DDT와 BHC 등의 유기염소계 농약
- 석유화학공업과 소다공업에서 과잉염소를 이용한 산물.
- 가격 저렴, 강한 살충 효과, 다종의 해충 구제에 유효.
- 낮은 급성 독성&높은 잔류 효과.
- 1950~60년대에 걸쳐 살충제의 주역으로서 식량 증산에 큰 기여.
- 벼뿐만 아니라 농작물, 과수, 목초 등에 많이 이용.
- 1949년도에 유기인계 농약인 파라티온(parathion) 발명
- DDT와 BHC 등의 유기염소계 농약처럼 강력한 살충력을 나타냄.
- 하지만 상대적으로 급성 독성이 강해 이후 제조 판매가 중지됨.

(2) DDT(dichlorodiphenyl trichloroethane)

·성상

- 유기염소계 화합물.
- 화학물질로 존재할 경우 대기 중에서는 안전.
- 동물 및 어류의 체내에서는 DDE로 대사되며 지방층에 축적.
- 토양 및 수중에서는 미생물에 의해 주로 DDD로 분해.

·독성

- 다른 유기염소계 농약과 비교하여 비교적 독성이 적음.
- 하지만 과다 노출 시 신경 독성 유발 및 만성적 측면에서는 호르몬 균형 파괴.
- 현재는 신경 계통 세포에 영향을 주고 발암성이 확인되어 제조 및 사용 금지.

(3) BHC(benzene hexachloride)

·성상

- 다양한 이성질체를 갖는 유기염소계 화합물.
- 이성질체 유형 : α , β , γ , δ .
- 살충 효과가 가장 높은 것은 α -BHC, 가장 낮은 것은 β -BHC.
- α -BHC : 용출되기 쉬우며 증기압도 비교적 높아 대기 중 확산이 쉬움.
- β -BHC : 만성 독성이 가장 강하고 대사되기도 어려움(체내 잔류 기간 : 14주).

·독성

- 급성 증상 : 심한 두통, 어지러움, 경련, 기관지계 자극 증상 유발.
- γ -BHC : 혈액 질환의 원인(재생불량성 빈혈).
- 난분해성, 높은 잔류성, 만성 중독의 위험성으로 현재 제조 및 사용 금지.

2. 농약 분류에 따른 건강영향

(1) 개요

·사용 목적에 따른 분류

- 살충제, 살균제, 제초제, 살서제, 훈증제.

·농약의 종류 및 작용

농약의 종류	작용
유기인제	콜린에스테라제의 활성도 감소
카바메이트제	콜린에스테라제의 활성도 감소
유기염소제	중추신경 자극
항응고제	혈액 응고 지연
니트로 및 크로로페닐류	대사작용 촉진
비피리딜류	증식 변화

(2) 노출관련 요인

- 노출 경로와 살포 방법이 가장 중요한 요인.
- 주요 살포 방법 : 손 살포, 기계 살포 등.

(3) 살충제-유기인제

·기전

- cholinestrase를 억제하여 acetylcholine이 분해되지 않아 농도 상승.
- 지속적으로 과도한 근육 수축 유발.

·진단 기준

- 자극적 냄새가 특징.
- 급성 중독의 증상 : 축동, 배뇨, 설사, 배변, 발한, 눈물, 흥분, 타액 분비.



(4)살충제-유기염소제

-DDT가 대표적, 생태계 잔류 효과(5~30년), 발암성이 알려지면서 사용 제한.

·기전 및 증상

-K⁺이온의 투과력에 영향을 주고 ATPase를 억제.

-중추 신경계 자극 : 전신적인 신경계의 흥분 상태 및 기능 장애의 증상 유발.

-불안감, 흥분, 현기증, 두통, 정신 착란, 균형 상실, 무력감, 지각 이상, 근육 경련, 진전, 전신 경련 및 혼수상태 등.

(5)살충제-기타 살충제

·카바메이트계

-유기인계와 작용기전이 유사.

-독성이 일시적이고 중추 신경계를 통과 못함.

-2-PAM 사용 안함.

·피레스린계

-포유류에 가장 안전.

-사람에게 노출 시 나타나는 반응은 독성이라기보다는 알레르기성, 접촉성 피부염이 가장 흔함.

(6)제초제

·Dipyridyl derivatives(Paraquat Gramoxon)

-흡입, 피부 접촉 및 경구를 통해 흡수.

-유리 산소가 발생하여 조직을 손상.

-진단 기준

-임상 증상과 함께 특징적인 냄새 및 손이나 옷에 묻은 푸른색 약물.

-경증이라도 3일~14일이 지난 후 폐섬유화증으로 결국 사망.

·페녹시계 제초제

-2,4-D와 2,4,5-T : 식물의 성장 호르몬을 억제하여 고사시킴.

-Agent orange : 2,4-D와 2,4,5-T를 동량 혼합한 것.

-불순물로 첨가된 다이옥신이 kg당 30mg 혼합되어 있음.

-다이옥신의 노출경로 : 쓰레기 소각장, 디젤자동차, 다이옥신에 오염된 고기류.

-건강 영향

-기형 유발성과 발암성.

-피부와 점막 자극, 소화기 자극 증상 및 혈압 상승, 경련, 혼수상태 유발.

-하지의 감각 변화, 중추 및 말초신경계 장애, 면역 장애.

3.농약의 유익성 및 유해성

(1)농약 사용의 유익성

·질병의 퇴치

-제2차 세계대전 중 발진푸스를 매개하는 벼룩과 이를 제어하기 위하여 군인 및 피난민들에게 직접적으로 DDT를 살포.

-세계보건기구(WHO)에서는 해충 매체의 의한 질병 퇴치를 위해 DDT 및 이와 관련한 제2세대 살생물질들을 사용.

-말라리아의 매개체인 모기, 선페스트의 매체인 쥐벼룩, 수면병을 매개하는 째째파리, 사가스병을 매개하는 키싱버그.

·식량의 증산

-전 세계 식량 생산량의 45%가 해충에 의한 질병으로 손실됨.

-미국의 경우 살생물질의 살포에 소요되는 비용 30억 달러를 투자하여 110억 달러어치의 수확량 증산을 가져오는 것으로 조사됨.

-미국 농무성 보고 : 광범위한 살생물질들의 살포가 없다면 농산물 가격이 30~50% 가량 상승될 것으로 추산.

(2) 농약 사용의 유해성

- 유전적 내성의 증가
 - 농약의 과다 사용은 자연선택에 의한 내성을 갖는 품종이 우점종을 형성.
 - 이를 제어하려면 더 많은 양의 살충제를 살포해야 하는 악순환 지속.
- 천적의 제거 및 새로운 해충의 발현
 - 다른 목표 생물을 죽이기 위해 살포된 살충제에 의해 천적의 숫자가 크게 제한됨.
 - 역으로 크게 번창하여 결국 인간에게 새로운 해충으로 등장.
- 잔류성 농약의 이동 및 생물 증폭
 - 쉽게 분해되지 않고 잔류성이 강하며 고독성인 살충제의 과다 사용은 생태계 내의 여러 순환과정을 거치면서 환경오염을 야기.
 - 먹이 사슬을 통해 인간을 포함한 고등 동물의 체내에 고농도로 축적(생물 증폭)되는 문제 유발.
- 인체 건강에 대한 유해성
 - 여러 형태의 농약 물질들은 궁극적으로 인간에게 노출되어 다양한 유형의 급성 또는 만성 중독을 유발.
 - 장기 손상, 신경계 이상, 기형 유발, 발암성 등.

(3) 농약 물질의 대안

· 경작 순서의 변경

- 매년 같은 장소에 같은 작물을 경작하면 그 농작물을 목표로 하는 해충이 상존.
- 이를 막기 위해 적당한 간격을 두고 새로운 작물로 대체하는 경작 필요.
- 목표 생물에 대한 생물학적 제어
 - 농작물에 해를 끼치는 해충에 대한 천적이나 해충에 대한 병원균을 육성, 방출함으로써 목표 해충을 제어.
 - 미생물 농약(micro pesticide)의 활용.

· 불임에 의한 유전적 제어

- 목표 해충의 수컷을 유전적 조작으로 불임시켜 자연계에 대량 방출.
- 해충 암컷은 불임 수컷을 만날 확률이 높아져 결국 자손 숫자 감소 유도.

· 내성 농작물의 육종(생물학적 제어)

- 목표 생물(해충, 병원성 세균, 곰팡이 등)에 내성을 갖는 농작물 육종 필요.
- 천연호르몬이나 성유인제를 이용한 화학적 제어
 - 짝짓기 시 배출하는 호르몬이나 성유인제(페로몬)를 자연계에 대량 살포.
 - 해충 수컷들을 일정한 장소로 유도하여 제어망 등을 이용해 제거.
 - 천적이 많은 곳에 살포하여 천적에게 피식되게 하는 방식으로 제어.

· 수확된 종자에 대한 방사선 조사 멸균

- 사용할 종자에 붙어 있는 해충, 병원균, 곰팡이 등을 제거하기 위해 살생물질 대신 방사선을 조사하여 사멸 유도.
- 수확된 농작물의 보관, 수송, 판매 과정에서도 적용 가능.

4. 농약 노출 평가 사례

(1) 국내 디아지논 노출평가

- 농작업, 방역작업, 조경작업 후에 피부 노출 평가.
- 피부 노출평가 결과

측정대상	농민	농약 제조공장	방역업체	조경업체	농약 판매소
피부노출량($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	0.1111	0.000166	0.000299	0.002217	0.00028

제7장 가축분뇨 관리 및 이용

*주요용어

- 가축분뇨(Animal manure) : 가축이 배설한 분뇨가 소량의 허실된 사료나 먼지, 가축의 털 등과 혼합된 것을 의미한다.
- 퇴비화(Composting) : 호기 미생물이 유기물질을 안정화된 부엽토 형태로 분해하는 것.
- 혐기소화(Anaerobic digestion) : 산소가 없는 혐기상태에서 미생물에 의해 유기물이 분해되는 일련의 과정을 의미한다.
- 바이오가스(Biogas) : 메탄과 이산화탄소를 주성분으로 하며 미량의 황화수소와 암모니아 등이 혼합된 가스.
- 가축분뇨 고체연료(Animal manure solid fuel) : 가축분뇨를 분리·건조·성형 등을 거쳐 고체상의 연료로 제조한 것.

1.가축분뇨의 특성

(1)가축분뇨의 정의

·가축분뇨

-학문적 의미 : 가축이 배설한 분뇨+소량의 불순물(사료, 먼지, 가축의 털 등).

-법률적 의미 : 가축이 배설한 분뇨+가축 사육과정에서 사용된 물.

(2)가축분뇨의 가치

·작물의 영양성분 공급원

-가축분뇨의 영양성분 함량

	한우	젖소	돼지	산란계	육계
배설량(두·수/일)	13.7kg	30.1kg	5.1kg	124.7g	85.45g
질소(%)	0.57	0.58	0.44	1.39	1.19
인산(%)	0.38	0.41	0.17	0.62	0.23
칼리(%)	0.35	0.41	0.25	0.68	0.50

·대체에너지원

-건조 상태 가축분뇨 4kg=가솔린 1.1L, 디젤 1.3L.

2.가축분뇨 관리의 필요성

(1)국내 축산업의 변화

·축산물 소비량 증가

-1980년 대비 약 3.8배(2013년 기준) 증가.

·가축 사육두수 증가

-1980년 대비 약 4.1배(2015년 기준) 증가.

·축산농가의 전업화/규모화

-소규모, 경작농가→전업화, 대규모화.

(2)가축분뇨 발생현황

·국내 가축분뇨 발생량 변화

-2016년 기준 연간 4,699만 톤의 분뇨 발생.

-1970년(968만 톤/년) 대비 약 485% 증가.

구분	한우	젖소	돼지	닭
사육두수(천 마리)	2,706	406	10,192	168,653
발생량(천톤)	13,529	5,582	18,973	7,387
점유율(%)	28.8	11.9	40.4	15.7



3.가축분뇨 퇴·액비화

(1)가축분뇨 퇴·액비화의 장점

·수질오염 방지효과

-수질오염원으로서의 특징

-고농도 오염물질(BOD 2만 ppm 이상 고농도), 전체 오·폐수 발생량의 0.6%, 오염부하 26%.

-자원으로서의 특징

-양분공급원, 토양개량제(유기물 및 각종 미량물질 다량 함유).

·화학비료 대체효과

-화학비료 대체 : 질소 87%, 인산 54%, 칼리 53%.

-가축분뇨의 화학비료 대체 경제적 가치 : 4,206억 원.

·토양의 물리화학적 특성 개선효과

-토양입단 형성 : 통기성, 보수성, 투수성, 이경성 개선→토양비옥도 향상.

-토양의 양이온치환용량(CEC) 개선 : 보비력 향상.

·토양의 생물학적 특성 개선효과

-토양 중 생물상의 활성 유지 및 증진.

-중소생물, 미생물 다양성 증대, 물질 순환기능 증대, 생물적 완충기능 증대, 유해물질의 분해 및 제어.

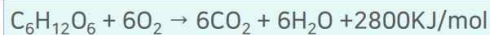
(2)가축분뇨 퇴비화기술

·퇴비화의 정의

-호기 미생물이 유기물질을 안정화된 부엽토(humus) 형태로 분해하는 것.

·퇴비화의 원리

-호기 미생물에 의한 유기물 분해.



※ 1kg의 유기물을 분해시키기 위해 1.06kg의 산소가 필요함

※ 1kg의 유기물 분해 시 생성되는 생분해 에너지: 16~20MJ/kg VS

·퇴비화 영향인자

-함수율 : 60~70%.

-온도 : 저온성(30℃ 이하), 중온성(30~55℃), 고온성(55℃ 이상).

-탄질비 : 20~40(탄소는 에너지원, 질소는 미생물의 체성장에 소비).

-산소농도 : 최소 5% 이상.

-pH : 6.0~7.5.

·퇴비화시스템 유형

-퇴적송풍식, 기계교반식, 윈드로우방법.

(3)가축분뇨 액비화기술

·액비화의 정의

-미생물이 액상분뇨를 분해해 안정화된 액상비료를 생산하는 것.

·액비화의 원리

-호기 미생물에 의한 유기물 분해.

4.가축분뇨 에너지화

(1)가축분뇨 혐기소화

·혐기소화의 정의 및 원리

-산소가 없는 혐기상태에서 미생물에 의해 유기물이 분해되는 일련의 과정.



·가축분뇨 혐기분해 과정



·가축분뇨 혐기소화의 장점

- 환경오염 저감(수질, 토양, 대기 등).
- 가축분뇨에서 기인하는 악취 저감.
- 대체에너지 생산.
- 가축분뇨에 함유된 잡초씨 및 병원성균 저감.
- 퇴비화 대비 비효성분 손실이 적음.
- 작물 이용 가능한 형태로 양분 전환.
- 온실가스 저감(1톤 혐기소화 : 온실가스 206kg 저감).

·바이오가스의 특성

-메탄과 이산화탄소를 주성분으로 하며 미량의 황화수소 및 암모니아 등을 함유하고 있는 가스.

-바이오가스의 에너지가 : 메탄 65%인 Biogas의 에너지 약 6.5kW/m³

·축종별 바이오가스 생산 잠재력

구분	체중 (kg)	Biogas (m ³ /일)	총에너지 (kWh/일)	실제생산에너지* (kWh/일)	발전가능 에너지** (kWh/일)
유우	635	1.3	8	5.2	1.6
육우	360	0.78	4.9	3.2	0.96
돼지	60	0.11	0.67	0.44	0.13
닭	1.8	0.008	0.05	0.03	0.01

* 혐기소화 시스템 난방 및 운전에 생산된 에너지의 35%를 이용한다고 가정

** 발전기 효율을 30%로 가정

·바이오가스의 활용

- 전기 생산, 난방에 이용, 연료로 이용.
- 혐기소화 잔존물의 활용
- 혐기소화 잔존물 : 혐기소화를 거치고 남은 고형물과 액상물.
- 소화잔존물은 양질의 비료원으로 활용 가능.
- 병원성미생물 감소, 악취 저감, 작물이 이용 가능한 형태로 영양성분이 전환됨에 따른 비료가치의 상승.

(2)가축분뇨 고체연료화

·가축분뇨 고체연료의 정의 및 기준

- 가축분뇨 고체연료 : 가축분뇨를 분리·건조·성형 등을 거쳐 고체상의 연료로 제조한 것.
- 가축분뇨 고체연료 기준
- 수분 : 20% 이하.
- 회분 : 30% 이하(화력발전소 연료의 경우 30% 초과 가능).
- 황분 : 2% 이하.



-길이 : 40mm 이하.

-성형제품 : 펠릿으로 제조한 것으로 한정.

5.가축분뇨 토양 환원

(1)가축분뇨 비효성분

·가축분뇨 비효성분 이용성

-가축분뇨를 시비한 해에 비효성분 전량이 작물에 이용되지는 않음.

-가축분뇨 내 비효성분은 유기 및 무기 형태로 존재함.

-작물에 의해 이용되기 위해서는 무기 형태로 전환되어야 함.

·작물의 N, P, K 이용

-N : 가축분뇨를 시비한 해에 총 질소의 30~70%만 이용됨.

-유기질소 : 30~50% 정도만 이용됨(이용되지 않은 유기질소는 토양 잔류), 유기질소→ NH_4^+ → NO_3^- (질산화).

-무기질소 : 100% 이용 가능, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$.

-P&K : 적정량 시비 시 80~100% 이용 가능.

(2)토양 환원 방법

·액비 살포시기

-살포시기가 부적절한 경우 : 침출, 휘산, 강우에 의한 손실→환경오염.

·액비 살포

-휘산으로 인한 양분 손실 및 악취 민원을 줄이기 위해 지중살포를 하거나 살포 후 경운을 해주는 것이 바람직함.

·퇴비 살포

-농지에 균일하게 살포해야 함.

제8장 악취

*주요용어

■악취 농도(odor concentration) : 악취를 인간의 후각이 인지할 수 있는 최소감지농도(odor threshold)에 도달하기 위해 이용된 무취공기의 희석 횟수.

■악취 강도(odor intensity) : 악취물질이 혼합되어 나타나는 것으로 각각의 악취 물질에 대해 서로 독립, 상쇄, 부가, 역동적으로 표현하는 악취 지표.

■악취의 질(odor quality) : 미지의 악취를 일반 악취와 비교함으로써 “말(verbal)”로 표현하는 악취 지표.

■악취물질 시료 채취법 : 분석기기를 통해 공기 중에 존재하는 악취 물질을 개별적으로 정량화하기 위한 시료 채취법으로 고체 포집법, 액체 포집법, 저온 포집 방법 등이 있음.

1.악취의 개요

(1)악취의 일반적 정의

·암모니아, 황화수소 등 기타 자극성 있는 기체상 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새.

·대기오염, 수질오염, 토양오염, 소음, 진동 등과 같은 일반적인 공해의 하나로써 규제대상으로 설정.

·악취물질은 그 종류에 따라서 발생원이 다르며, 발생량을 어느 정도 저감시킨다 할지라도 극미량으로도 취기를 유발시키므로 이에 대한 대책과 방지에는 많은 어려움이 산재.

·악취발생 물질의 적정 수준 분자량 범위 : 30~300.

(2)악취 발생 문제

·악취는 신체 내 알레르기 반응, 식욕 감퇴, 음수량 저하, 호흡기 장애, 설사와 구토, 정신적 스트레스 유발.

·악취 해결의 어려움.

-개인마다 상이한 인간의 후각 감각, 악취 생성 원인의 화학물질들 대부분 매우 낮은 농도 범위에서 감지.

·중앙 정부 및 지방 관공서의 환경부서는 악취 규제에 대한 대책 강구를 요구받는 상황.

-문제점 : 악취 제어 규제가 각 지방 관공서마다 상이, 신뢰성 있는 악취 측정 방법의 부재.



(3)악취의 건강 영향

- 호흡기계
- 호흡 리듬의 변화가 일어나 호흡수 및 호흡의 깊이가 감소.
- 순환기계
- 혈압의 상승 등에 의한 정신적 불안 야기.
- 소화기계
- 위장 활동 억제 및 소화액 분비를 저해하여 식욕 감퇴 유발.
- 수분 섭취의 저하를 일으키고 심한 경우 구토 유발.
- 기타
- 수면 장애, 두통, 구토감.
- 악취는 심리적·관능적 공해이기 때문에 암과 같은 만성적인 증세를 유발하지는 않음.

(4)악취의 측정 및 분석

- 정량 평가→관능 분석.
- 분석 기술의 발전에도 불구하고 악취 감지에 있어 인간의 후각이 절대적.
- 정상 사람의 경우 악취물질에 대한 반응이 거의 유사하게 나타남.
- 일반적으로 악취 특성은 강도와 질로 표현.
- 일반 사람 : 악취 강도를 3단계(약함, 중간, 강함)로 구분.
- 훈련된 사람 : 5단계까지 구별 가능.
- 악취 강도는 자극 정도의 상용대수에 비례 : Weber-Fechner법칙 " $Y=k\log X$ "
(Y : 악취 감각의 세기, k : 상수, X : 악취 물질의 농도)
- 악취 농도(Odor concentration)
- 악취를 최소감지농도에 도달하기 위해 이용된 무취공기의 희석 횟수.
- 악취 강도(Odor intensity)
- 악취물질이 혼합되어 나타난 악취 강도는 각 물질에 대해 서로 독립, 상쇄, 부가, 역동적으로 표현됨.
- 측정에 가장 보편적으로 이용되는 방법 : 증기 희석법.
- 악취 강도 지수 : 패널 구성원의 50%가 최소감지농도를 인지하게 될 때까지 악취를 희석한 무취공기의 투입 횟수.
- 악취의 질(Odor quality)
- 미지의 악취를 일반 악취와 비교함으로써 "말(verbal)"로 표현.
- ex) 계분 악취 질의 표현 단어 : "달걀 썩은", "양배추 썩은", "마늘 냄새의", "고약한", "버터향의" 등.
- 정량화하기 위한 직접 측정방법은 아직 제안되지 못한 상황.
- 악취의 쾌, 불쾌도(용인, Odor offensiveness)
- 악취 물질이 매우 낮은 농도에서는 용인될 수 있으나, 높은 강도에서의 향수는 용인되지 못할 수 있음.
- 정성 평가→기기 분석
- 시료의 채취
- 개별 물질 분석을 통한 정성 평가가 힘든 이유 : 대기 조성 물질에 비해 발생 농도가 매우 작고, 각 물질 간의 반응을 억제하면서 충분히 시료를 채취하는 것은 어려움.
- 일반적인 악취 물질 시료 채취법
- 액체 포집법 : 여러 종류의 산 용액 혹은 흡수용매 적용.
- 저온 포집 방법 : 저온 흡수 용액법, 컬럼 전처리 포집, GC 컬럼 포집.
- 고체 포집법 : 활성탄 및 실리카겔 이용.
- 대기 중 악취물질의 농도는 매우 낮기 때문에 농축과정을 거친 후 발생하는 가스 성분들을 분석.



-시료의 분석

-가스/액체 크로마토그래피(GC&LC)

-극미량의 휘발성 물질도 정량/분리해내는 데 유용하게 이용.

-검출기 선택이 분석에 있어 매우 중요 : pg까지 분석 가능.

-불꽃 이온화 검출기(FID) : 산화된 유기성 탄소 계열 물질 분석.

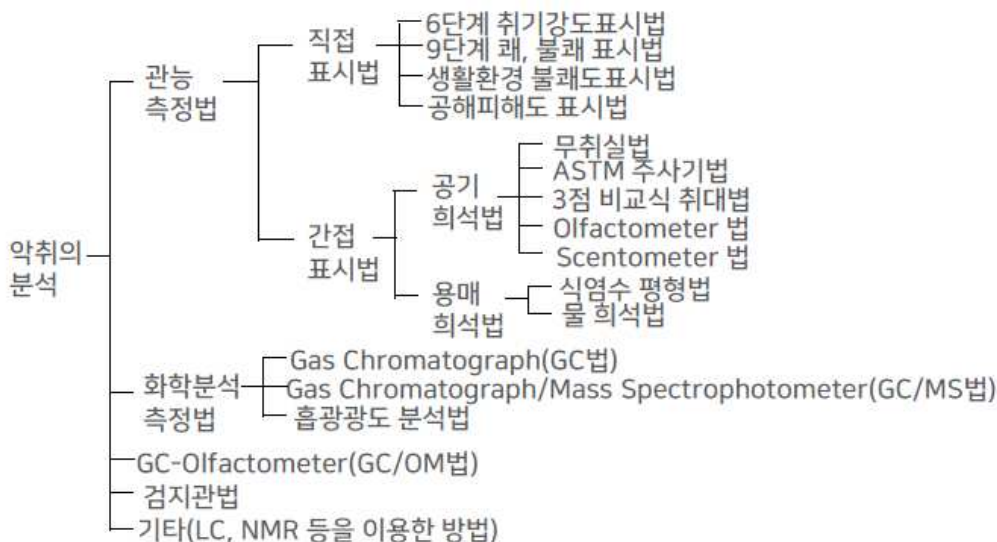
-전자 포집 검출기(ECD) : 전자 포집 가능 물질 분석.

-불꽃 광학 검출기(FPD) : 황과 인을 포함한 물질 분석에 효과적.

-미세컬럼 검출기 : 질소 계열 물질 분석에 유용.

-최근에는 정성 분석 기능이 강화된 질량 흡광 분석(MS)를 서로 결합한 GC/MS&HPLC 분석 장비의 활용 추세.

·악취 분석 방법의 개요



2. 축산 악취의 일반적 특성

(1) 발생 양상 및 특성

·가축분뇨로부터 발생하는 악취의 질은 악취를 형성하고 있는 휘발성 물질들의 혼합물로 분리함으로써 측정.

·축사나 가축분뇨처리시스템으로부터 발생하는 가스 물질의 혼합물이 바로 악취를 형성하기 때문에 축산 악취 특성의 규명은 매우 힘들.

·대부분의 축산 악취 물질들은 사람들에게 불쾌하게 작용하지만, 개별 물질별로 최소감지농도 이하인 경우도 존재.

(2) 악취 관련 가축분뇨의 특성과 생물학적 분해

·가축분뇨의 건물(dry matter) 중 약 90%가 분해되지 않는 유기성 물질이며, 이 중 60~75%가 잠재적 분해가 가능.

·유기성 물질의 분해에 관련한 제한 요인(Alexander, 1965)

-미생물과 분비 효소에 관련한 기질의 비접근성.

-미생물 생장에 본질적인 몇몇 요인들의 부재.

-환경적 위해 요소(온도, pH, 염류농도 등).

-필요 효소의 불활성화.

-효소의 활동을 방해하는 분자의 구조적 특성.

-미생물 군집의 기질 대사의 불가능.

·축산 악취는 배설된 가축분뇨 내 미생물 성장뿐만 아니라, 투입된 사료의 부패에 의해서도 발생.

(3) 가축분뇨 조성에 영향을 주는 사료 첨가물질의 역할

·항생제와 sulfa drug이 첨가된 사료.

-분뇨 내 휘발성 농도를 70% 정도 감소시킬 뿐만 아니라, 라군(lagoon) 사료 내에서는 75%정도 감소를 유도.

- 사료 내 항생제 첨가는 소의 소화기작에 영향을 주게 됨.
- 항생제가 첨가된 사료를 먹은 소가 배설한 분뇨는 그렇지 않은 소의 분뇨보다 생분해가 잘 되지 않음.
- 향후 연구 방향
- 항생제, 호르몬, 살충제, 방부제 등과 같은 사료 첨가제들이 분뇨의 분해와 악취 생성에 관여하는 미생물들에게 어떤 특정 영향을 주는지 규명해야 함.
- (4)현행 규제 악취 물질(암모니아, **크실렌**, **스티렌**, **톨루엔**) 외 축산 악취 원인 물질
- 질소(N) 계열 : $R-NH_2$.
- 황(S) 계열 : 디메틸설파이드.
- 휘발성 지방산류(VFAs) : 아세트산.
- 페놀류 : **크레졸**, **인돌**, **스카톨**.
- (5)축산 분야의 악취 발생 경로
- 축산 악취 발생원
- 축사(우사, 돈사, 계사), 분뇨 저류조, 축분 퇴비화시설 및 공장, 분뇨 액비 살포, 축산폐수 공공처리장.
- 3.축산 악취 저감 기술 적용 사례
- (1)선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황
- 악취원과 이웃과의 거리 유지 및 악취공기 희석(확산)법.
- 양돈시설과 돼지의 청결 유지.
- 돈사 내부 분무 처리(**채종유의 소량분사는 먼지의 50~80%를 감소시킬 수 있으며, 악취 감소에도 도움**).
- 배기팬에 부착한 습식 스크러버(wet scrubber)(먼지질량의 80%까지 제거, 수용성 기체, 암모니아 제거 입증).
- 소형 제분기(섬유여과지 같은 여재없이 원심력을 이용한 공기 중 먼지입자 분리).
- 대형 제분기
- 배기팬에 부착한 **바이오필터(biofilter)**.
- 돈사 내 오존발생기 장착 및 분배시스템 적용.
- 생물학적 라군(lagoon) 피복.
- 분뇨 저류조 돔형 팽창 피복막.
- 음압에 의한 라군 피복.
- 사료 및 분뇨 첨가제 투입
- 사료 및 분뇨의 악취 저감 가능성을 검정하기 위하여 많은 연구들이 수행.
- 표준화된 성능 평가 방법의 부재
- 신뢰성 있는 대표적 연구를 수행하는 데 어려움 발생, 따라서 도출된 많은 연구 결과들이 의심스러운 상황임.
- 최근 시판 중인 여러 종류의 첨가제들의 효율 평가 결과
- 제품마다 악취 저감 성능의 편차가 높은 것으로 나타남.
- 분뇨 폭기(산소 공급).
- 분뇨 주입에 의한 토양 환원.**
- 방풍림 조성에 의한 축사 악취 저감.**
- 4.축산 악취 관련 국내 법규
- (1)악취방지법의 개요
- 환경부에서 악취방지법을 제정하여 2005년 2월 10일부터 시행 중.
- 현행 악취관리는 크게 사업장에서 발생하는 사업장 악취와 생활 악취로 구분하여 규제.
- 축사 배출구 및 부지경계선에서 공기희석 관능법으로 관리 기준 적용.
- 복합악취의 희석배수가 규제 기준 초과인 경우, 22가지 악취 지정 물질에 대해 정성 평가 시행.



·축산악취 관리지역 지정 대상 조건

-사육 시설 면적 기준으로 규제.

-돼지 50m², 소와 말 100m², 닭·오리·양 150m², 사슴 500m², 기타 축산시설 500m² 이상인 시설은 악취관리지역으로 지정.

(2)악취 관리지역 지정 기준

·악취 민원이 3년 이상 지속되고 인근지역의 악취가 배출허용기준(기타지역 : 15)을 초과하는 경우

-악취 민원이 3년 이상 지속되는 경우

-불특정인이 일정한 계절 또는 시기에 년 1회 이상 3년간 연속하여 민원을 제기하는 지역.

-인근지역 악취가 배출허용 기타지역 기준(15)을 초과하는 경우

-지정 대상지역의 경계선 밖의 지역에서 악취가 가장 심한 지역의 악취를 공기희석관능법 또는 기기분석법으로 측정.

·악취 민원이 집단적으로 발생하거나 지역 내의 악취가 규정에 의한 배출허용농도기준의 기타지역을 초과하는 지역으로서 도지사가 주민의 건강과 생활환경보전을 위하여 필요하다고 인정하는 경우(산업단지, 농공단지, 공업지역 등에 한함).

(3)악취 관리 지역 지정 현황(2017년 기준)

-2007년 10월 국내 처음으로 전북지역에서 축산시설이 악취관리지역으로 지정.

제9장 기후변화와 동물산업

*주요용어

■ 기후 : 평균 상태의 대기(전형적으로 30년 주기).

■ 기후요소 : 온도, 강수량, 적설, 풍향, 풍속 등.

■ 기후인자 : 기후요소의 시간, 공간적 차이를 가져오는 원인(위도, 수륙분포, 지형, 해류, 기압 등).

■ 기후변화 : 기후의 상태변화가 기후 특성의 평균이나 변동성의 변화를 통해 확인되고 그 변화가 수십 년 이상 지속되는 것을 말하며 자연적 또는 인간 활동으로 인해 발생함.

■ 이상기상 : 일반적으로 과거에 경험한 기상상태로부터 크게 차이가 나는 기상현상임. 세계기상기구에서는 월평균기온이나 월강수량이 30년에 1회 확률로 발생하는 기상현상으로 정의함.

1.축산의 발전

(1)축산물 요구량 변화

-건강 증진으로 인해 전보다 연령층이 높아짐→60세 이상의 성인이 어린 아이들보다 더 많은 축산물 소비.

-아시아 지역 경제 발전 및 개인 소득 증가→더 많은 축산물 요구.

(2)농촌과 도시의 인구 변화

-도시 인구 증가, 축산물 소비 증가.

(3)농업지표의 변화

-농업지역 : 선진국은 정체·감소, 개발도상국은 증가.

-기계화 : 생산성 증가, 생력화.

-화학비료 : 질소 소비량 증가, 비옥도 증가.

-축산의 발전 : 곡물생산량 증가와 잉여농산물→단위동물(돼지, 닭)의 먹이로 사용.

(4)농산물 종류에 따른 1인당 에너지 섭취량

-저개발국 : 고기 등 식량을 외부에서 수입할 수 있는 능력 없음.

-개발도상국 : 고기 등 소비량이 증가.

-선진국 : 식량 소비가 일정.

(5)곡물가격의 안정

·곡물 소비자 물가지수

-곡물 소비자물가지수 가격은 1990~2000년까지 변동이 적었으나, 이후 변동이 심해짐.



-이에 비해 식품과 전체 소비자물가지수는 많은 증가를 보임.

-기름값 상승으로 인해 에너지 대체제가 필요→곡물에서 나올 수 있는 에탄올을 대체제로 사용.

-곡물 사용 경합 : 사람, 동물, 에너지→곡물 가격의 변동성 증가.

(6)농산물 가격 상승

-2004년 이후, 곡물가격의 안정성이 깨지면서 고기, 유제품 등 농산물 가격이 변동·상승.

(7)농업생산물 수출입액 차이 예상

-북미, 남미지역은 수출량 상승, 아시아지역은 수입량 증가.

2.기후변화

(1)지구의 기후 시스템



-인간 활동의 영향으로 에너지의 흐름이 망가져 기후변화의 변동성(폭우, 열대야, 한파, 일교차 등)이 커짐.

(2)기후변화, 이상기상

·기후

-평균 상태의 대기(전형적으로 30년 주기).

-수개월~수백만 년의 기간 동안 관련되는 기후요소의 평균과 평균으로부터의 변동.

·기후요소

-온도, 강수량, 적설, 풍향, 풍속 등.

·기후인자

-기후요소의 시간, 공간적 차이를 가져오는 원인.

-위도, 수륙분포, 지형, 해류, 기압 등.

·평년값

-정해진 기간에 대해 표준으로 인식되는 기상요소의 평균값.

-기후평년값 : 임의의 30년간의 누적평년값.

·기후변화

-기후의 상태변화가 기후 특성의 평균이나 변동성의 변화를 통해 확인되고 그 변화가 수십 년 이상 지속되는 것을 말하며 자연적 또는 인간 활동으로 인해 발생함(평균 기온의 상승보다 변동성이 큰 문제).

·날씨(기상)

-대기 중에서 일어나는 순간적이고 국지적인 다양한 기상현상.

·이상기상

-일반적으로 과거에 경험한 기상상태로부터 크게 차이가 나는 기상현상.

-세계기상기구에서는 월평균기온이나 월강수량이 30년에 1회 확률로 발생하는 기상현상으로 정의함.

·이상기후

-기후요소가 평년값에 비해 현저히 높거나 낮은 수치를 나타내는 극한 현상.

(3)우리나라의 기후 패턴 변화

·기온상승, 강수 변동성 증가 등 기후패턴 변화 경험(1981~2010년).

-향후 온난화 및 강수량 증가 지속 전망(21세기 후반).

-지난 30년간 기온 1.2℃ 상승.

-모든 계절에서 기온의 증가 경향(겨울 1.7℃, 가을 1.5℃, 봄 0.8℃, 여름 0.7℃).

-1911~2010년(100년간) : 1.8℃ 상승(세계 평균 0.85℃의 약 2배).

·극한기상 현상 증가 및 지역적 편중이 심화(1981~2010년).

-향후 온난화 및 강수량 증가 지속 전망(21세기 후반).

(4)기후변화협약 비교

-제21차 당사국총회의(2015, 파리)에서 채택→발효(2016.11.04).

구 분	교토의정서	파리협정
온실가스 감축목표	- 1차 : 평균 5.2% - 2차 : 평균 18%	- 산업화 이전보다 온도 증가 2℃ 훨씬 아래 (1.5℃를 달성하도록 노력)
대상범위	- 주로 감축	- 감축, 적응, 재원, 기술이전, 역량배양, 투명성
의무국가	- 주로 선진국	- 모든 당사국
목표 설정방식	- 하향식	- 상향식
목표 불이행시 책임	- 징벌적 (미 달성량의 1.3배를 다음 공약기간에 부과)	- 비징벌적
목표 설정기준	- 특별한 언급이 없음	- 향상
지속가능성	- 공약기간으로 한정	- 공약기간이 없어 종료시점 없음
행위자	- 국가	- 국가, 기업, 시민사회 등

3.생물다양성

(1)기후변화대응, 사람, 가축

·기후변화에 따라 가축은..

-저급의 사료에서도 잘 살아야 하고, 극한의 온도에서도 잘 버텨야 하며, 질병과 가뭄에 잘 견뎌야 하고, 식량과 물을 찾기 위한 긴 거리 이동이 가능해야 하며, 스트레스를 받는 환경에서도 축산물을 생산할 수 있어야 함.

·이를 통해 사람은..

-가뭄, 홍수, 질병과 같은 위험에서 잘 회복하고, 곡물이 자라지 않는 땅을 이용할 수 있으며, 새로운 기후환경에 적합한 축종과 품종을 재배치하고, 생물다양성을 촉진하면서 목축을 하고 가축분뇨를 비료로 사용하면서 풍경을 유지하고, 식품 원료와 수입을 다양화 할 수 있음.

·가축다양성

-38종의 조류와 포유류, 8,800품종 이상의 가축이 있음.

-하지만 현재 가축 다양성에 위협이 있음. 약 17%의 가축 품종이 멸종 위기, 약 100품종이 2000~2014년에 멸종함.

-가축다양성을 잃게 된다면 우리 삶의 질이 감소할 것임.

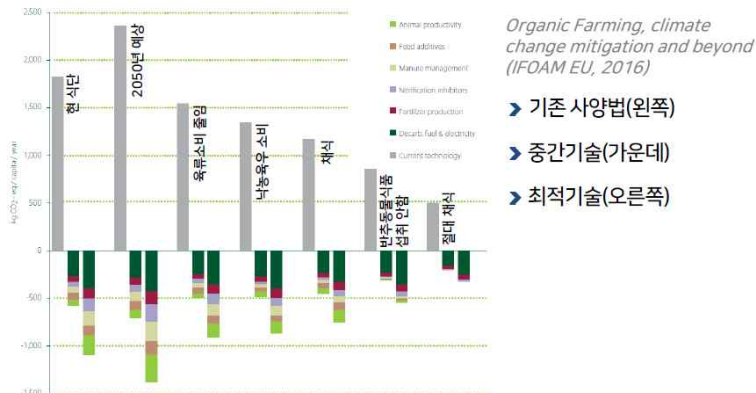
-기후변화에 대한 탄력성이 감소하고 식량안보에 문제가 생기며 수입이 감소함.

-이를 막기 위해서는 가축다양성의 중요성, 재래종의 가치, 유전자원의 보호/보전에 신경을 써야 함.



4.기후변화 대응법

(1)식생활, 사육방법에 따른 온실가스 감축 예상량



(2)유기농업과 온실가스 저감

(3)유기농업의 복합적 이익

-생물다양성 : 유기농업은 약 30% 더 많은 생물다양성을 보장함.

-토양보전 : 유기농업은 토양의 비옥도와 질을 높임.

-물의 오염과 부영양화 감소 : 유기농업은 화학질소비료 사용과 그와 관련된 질산염 침출, 인의 유출을 감소시킴.

-기후변화 적응 : 유기농업은 더 많은 종을 유지하며, 지역에 적합한 다양한 품종/축종을 유지함.

-물의 오염과 부영양화 감소 : 유기농산물은 항산화물(20~70% 더 높음), 농약잔류물, 카드뮴농도가 일반농산물과 다름.

제10장 동물산업과 신재생에너지

*주요용어

■ 신에너지 : 기존의 화석연료를 변화시켜 이용하거나 수소·산소 등의 화학반응을 통하여 전기 또는 열을 이용하는 에너지.

■ 재생에너지 : 햇빛, 물, 지열, 강수, 생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지.

■ 바이오에너지 : 살아있는 생물체로부터 생겨나는 에너지를 이용함(나무 등의 땃감, 식물에서 기름 추출, 가축배설물과 음식물쓰레기에서 가스 생산 등으로 이용).

■ 폐기물에너지 : 사용하고 못 쓰게 되어 버리는 제품이나 쓰레기 등을 재활용하는 것으로 에너지 함량이 높은 폐기물들을 여러 가지 기술에 의해 연료로 만들거나 소각하여 에너지로 이용.

■ 가축분뇨 고체연료의 기준 : 다른 물질과 혼합하지 아니하고, 가축분뇨 고체연료의 저위발열량이 킬로그램당 3천킬로 칼로리 이상일 것(해당 가축분뇨에서 일부 에너지를 회수한 후 가공하는 경우에는 저위발열량이 킬로그램당 2천킬로 칼로리 이상).

1.신재생에너지

(1)신재생에너지란?

·신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(2017.9.22. 시행)

-신에너지

-기존의 화석연료를 변화시켜 이용하거나 수소·산소 등의 화학반응을 통하여 전기 또는 열을 이용하는 에너지로 다음의 어느 하나에 해당하는 것을 말함.

-수소에너지, 연료전지, 석탄을 액화·가스화한 에너지 및 중질잔사유²⁾를 가스화한 에너지로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지.

2) 중질잔사유(vacuum residue, 重質殘渣油) : 감압잔사유, 코크, 타르 및 피치 등과 같이 원유를 정제한 후 남은 최종 부산물을 일컫는다.

-그 밖에 석유·석탄·원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지로서 대통령령으로 정하는 에너지.

-재생에너지

-햇빛, 물, 지열, 강수, 생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로 다음의 어느 하나에 해당하는 것을 말함.

-태양에너지, 풍력, 수력, 해양에너지, 지열에너지, 바이오에너지로서 대통령령으로 정하는 에너지.

(2)용어정리

·태양광에너지 : 태양광 발전시스템을 이용하여 빛 에너지를 모아 전기로 전환.

·태양전지, 접속함, 인버터, 축전지, 모니터링 시스템 등으로 구성됨.

·태양열에너지 : 태양의 따뜻한 열에너지를 이용하여 바로 사용하거나 모아서 사용함.

·집열기, 열매체순환펌프, 팽창탱크, 열교환기, 온수순환펌프, 태양열축열조 등으로 구성됨.

·풍력에너지 : 바람이 발전기와 연결이 된 풍차의 날개를 돌리면 전기를 생산함.

·날개 등 기계장치부, 발전기·전력안정화 장치 등 전기장치부, 제어장치부 등으로 구성됨.

·지열에너지 : 사계절 일정한 땅속의 온도를 이용하여 열 교환 방법을 사용하여 냉·난방에 이용.

·지중열교환장치, 순환펌프, 열펌프, 냉·온수 탱크 등으로 구성됨.

·수력에너지 : 물의 낙하차를 이용하여 발전함.

·농업용 저수지·농업용 보·다목적댐의 용수로 등에는 소수력 발전을 적용하고 있음.

·수열에너지 : 해수 표층의 열을, 열펌프를 이용하여 냉·난방에 활용하는 기술.

·열교환기, 열펌프.

·해양에너지 : 바다에서 사용되며 파도가 칠 때 사용할 수 있는 파력에너지, 바다 속과 표면의 온도차를 이용하는 온도차 에너지, 밀물과 썰물 때의 조력에너지를 이용함.

·해양에너지→기계에너지(1차 변환)→전기/열(2차 변환).

·수소에너지 : 수소를 연료로 전기를 생산(수소연료전지).

-연료가 가진 화학에너지를 전기화학반응을 통해 직접 전기에너지로 바꾸는 연료전지를 이용.

·바이오에너지 : 살아있는 생물체(유기물)로부터 생겨나는 에너지를 이용.

·나무 등의 땃감, 식물에서 기름 추출, 가축배설물과 음식물쓰레기에서 가스 생산 등으로 이용.

·폐기물에너지 : 사용하고 못 쓰게 되어 버리는 제품이나 쓰레기 등을 재활용하는 것으로 에너지 함량이 높은 폐기물들을 여러 가지 기술에 의해 연료로 만들거나 소각하여 에너지로 이용.

·열분해를 통한 오일화, 성형고체연료 제조, 가연성 가스 제조, 소각에 의한 열 회수 등 이용.

·석탄가스/액화 : 석탄, 중질잔사유 등의 저급원료를 고온·고압의 가스화기에서 수증기와 함께 한정된 산소로 불완전연소 및 가스화시켜 일산화탄소와 수소가 주성분인 합성가스를 만들어 정제공정을 거친 후 가스터빈 및 증기터빈 등을 구동하여 발전하는 신기술. 고체 연료인 석탄을 휘발유 및 디젤유 등의 액체연료로 전환시키는 기술.

-고온·고압의 상태에서 용매를 사용하여 전환시키는 직접 액화방식과 석탄가스화 후 촉매상에서 액체연료로 전환시키는 간접 액화방식이 있음.

2.유기성 폐자원의 이용

(1)유기성 폐자원 처리 및 이용방법

-유기성 폐자원(가축의 분뇨)은 소각, 정화처리, 퇴비화, 액비화, 혐기소화 등의 방법을 이용하여 처리할 수 있으며 에너지 소비 과정뿐만 아니라 에너지 생산 과정도 포함.

(2)바이오에너지 생산 흐름도

-기름, 설탕, 전분 성분 등 있는 원료를 여러 가지 방법(소각, 가소화, 발효 등)을 통해 열이나 전기에너지로 이용.

3.가축분뇨와 신재생에너지

(1)고체연료시설

·가축분뇨 고체연료시설의 설치 등에 관한 고시(2015.7.12. 시행)

-가축분뇨 고체연료 사용 가능 시설

- 시멘트 소성로.
- 화력발전시설, 열병합발전시설 및 발전용량이 2메가와트 이상인 발전시설.
- 석탄사용량이 시간당 2톤 이상인 지역난방시설, 산업용보일러, 제철소 로(爐).
- 가축분뇨 고체연료 사용량이 시간당 200킬로그램 이상인 보일러시설(〈폐기물관리법 시행규칙〉 별표 9에 따른 소각시설의 설치기준 및 같은 법 시행규칙 별표 10에 따른 소각시설의 검사기준에 적합한 시설로서 초기 가동 시 연소실 출구 온도가 800℃ 이상이 될 때 가축분뇨 고체연료를 자동 투입할 수 있는 장치를 갖춘 시설만 해당한다).

-가축분뇨 고체연료의 기준

- 다른 물질과 혼합하지 아니하고 가축분뇨 고체연료의 저위발열량이 킬로그램당 3천킬로 칼로리 이상일 것.
- 가공된 연료는 수분 함유량 20퍼센트 이하, 회분 함유량(건조된 상태 기준)30퍼센트 이하, 황분 함유량(건조된 상태 기준) 2퍼센트 이하, 길이(원형인 경우에는 지름) 40밀리미터 이하여야 함(화력발전소에서 연료로 사용할 수 있는 경우에는 회분 함유량 30퍼센트를 초과할 수 있음).
- 가축분뇨 고체연료는 〈자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙〉 제20조의5 제3항에 따라 환경부장관이 고시한 고형연료제품의 품질 시험·분석방법에 따른 시험결과(건조된 상태를 기준으로 한다)가 다음의 기준에 적합하여야 한다.
 - 수은 : 킬로그램당 1.20밀리그램 이하.
 - 카드뮴 : 킬로그램당 9.0밀리그램 이하.
 - 납 : 킬로그램당 200.0밀리그램 이하.
 - 크롬 : 킬로그램당 70.0밀리그램 이하.

-성형제품은 펠릿으로 제조한 것으로 한정함.

(2)고체성형연료

(3)바이오가스

(4)바이오매스 연소 시 주의점

·다이옥신

- 두 개의 벤젠고리에 염소가 여러 개 붙어 있는 화합물로 산소가 두 개인 다이옥신류(75종)와 산소가 한 개인 퓨란류(135종)를 합하여 말함(이 중 독성물질로 취급되는 것은 다이옥신류 7종, 퓨란류 10종임).
- 동물실험결과 면역독성, 발암성, 심장기능장애, 축적성 및 난분해성의 독성물질.
- 다이옥신의 생성.
 - 염소를 함유하고 있는 유기화합물이 불완전연소할 때 생성됨.
 - 연소온도가 400~700℃에서 많이 발생하며 800~850℃ 이상에서 소각 시 대부분 파괴됨.

·NO_x, PM₁₀, VOCs

- 소규모 소각/연소시설에서는 질소산화물, 미세먼지, 휘발성유기화합물이 발생되지 않도록 주의해야 함.

제11장 동물행동

*주요용어

- 생체항상성(Homeostasis) : 동물이 가지고 있는 어떤 일정한 특성을 유지하고자 하는 것으로 항온동물인 가축의 대표적인 생체항상성은 체온이며, 종, 성, 연령 등에 따라 약간 다르다. 체온조절행동이 대표적인 생체항상성 유지를 위한 행동이다.
- 개체유지행동(Self maintenance behaviour) : 동물이 자기 자신 및 새끼나 동료의 생명, 특히 생체항상성을 지키기 위해 나타내는 기본적인 행동. 채식, 음수, 휴식, 수면, 배설, 호신, 몸단장, 탐색 및 놀이 행동 등이다.



■ 사회행동(Social behaviour) : 동물들이 집단을 형성하거나 분산되어 있는 상황에서 2개체 이상이 어떤 형태로든 관계를 유지하고 있으면 사회를 형성하였다고 봐야 하며, 이 사회적 관계에서 나타내는 행동. 번식행동, 성행동, 모성행동 등이다.

■ 이상행동(Abnormal behaviour) : 동물이 발현하는 특정행동이 양식이나 빈도 혹은 강도 면에서 정상을 벗어난 행동을 말한다. 생활환경이 열악하거나 어떤 외부 자극으로 인한 극심한 스트레스가 주요 원인이며, 동물복지를 평가하는 기준으로 활용되기도 한다.

1. 동물과 축산

· 동물(반려동물, 실험동물, 야생동물, 농장동물)

- 오랫동안 인류를 위한 의식주의 재료 및 반려동물로 살아왔다.

- 야생동물의 순치의 과정을 거쳐 가축화 되어 인간의 생명유지와 생활여건 발전에 중요한 역할을 하여 왔다.

- 사람에게 의지에 의하여 다양한 종류의 동물로부터 식품, 의류, 수송수단으로 활용되었다.

- 농장동물은 경제동물로서 고기, 우유, 계란, 털 등을 공급하기 위하여 적절하게 순치되어 지속적으로 개량되어 왔다.

· 20세기가 시작될 무렵

- 인간의 요구가 팽창함과 더불어 동물의 이용이 크게 증가.

- 축산업의 규모가 커지고 집약적인 경영형태가 나타나기 시작.

- 1970년대 이전에 이미 소, 돼지, 닭을 중심으로 기계화, 자동화 등 새로운 생산시스템 아래에서 철저하게 구속되고 움직임이 제한.

- 동물에게 주어지는 공간의 뚜렷한 감소와 대규모 농장의 관리 혁신 등장.

- 질병 확산, 심각한 생리적, 행동적 적응이 필요.

- 변화된 환경에 적응과 적응 실패가 공존하는 결과 초래.

→ 적응과 적응 실패의 판단을 동물의 행동을 평가.

2. 동물행동의 이해

· 동물행동(animal behavior)

- 동물이 생명을 유지하고 생산활동을 하는 과정에 주어지는 외부 자극에 대한 반응, 움직임.

- 우발적이고 단순한 동작이 아니라 환경의 변화에 온몸으로 대응하고 활동하는 복잡한 동작.

- 말 못하는 동물의 행동을 단편적, 주관적인 판단보다는 주의 깊은 접근이 필요하다는 것이 동물행동 이해의 기본.

- 동물이 나타내는 연속된 동작을 어디서부터 어디까지를 하나의 행동 단위로 취급하는가가 중요.

· 행동의 연속성

- 행동은 우발적, 단발적인 동작이 아니라 단계적, 연쇄적으로 발현.

- 특정한 기능을 갖고 연속된 일련의 시스템으로 나타남.

ex) 방목우군의 채식행동에서 일련의 행동을 하나의 시스템으로 취급.

선구행동	목적지를 향한다
	주위를 살핀다
	풀에 머리를 접근
완료행동	채식
	채식 잠시 중지
	다시 채식
후행동	채식을 끝낸다
	휴식
	반추 시작

3. 동물행동에 대한 관심, 학습 필요성

· 동물행동학

- 행동 발현과 관련된 생리적인 메커니즘, 발현된 행동패턴의 의미, 행동 조사방법 및 실질적이고 정확한 해석 등.

-행동의 분석, 행동발현 동기, 호르몬의 영향, 외부자극, 환경(좋은 혹은 나쁜)과 개체유지행동, 번식행동 및 동물 집단의 사회적 구조와 행동에 관한 광범위한 지식 확보.

-행동에 관한 지식과 기술은 직접 동물 관리를 담당하는 모든 관련자들에게 필수적인 분야로 발전.

·농장동물 행동

-농장동물의 종 또는 품종 특유의 행동양식 연구와 동물 개체 또는 집단에 속한 환경과의 관계 속에서 어떤 행동이 발현되는지를 연구하며 그 행동 발현의 메커니즘을 이해하고자 하는 것.

-이러한 행동 발현의 메커니즘을 이해하고자 하는 이유는 농장동물이 요구하는 신체적, 심리적 욕구를 충족시키기 위한 보다 친절한 관리를 통하여 스트레스가 최소화 되고 이상행동이 나타나지 않는 최상의 환경에서 타고난 유전능력을 최대한으로 발휘하여 생산성을 극대화하기 위해서이다.

-농장동물 행동학은 기초 농업과학의 한 분야, 동물의 육종, 번식, 사양 및 관리의 기반이 되는 지식과 기술을 깊이 이해하고 동물의 심리적 욕구에 답하는 동물에게 친절한 관리기술로 발전.

·농장동물 행동의 특성

-가축화는 울타리에 갇혀 먹이를 제공받는다 하는 생활환경의 격변에서부터 시작되어 긴 세월 동안 행동양식이 야생동물과는 현저히 달라짐.

-축산의 목적이 경제활동이기 때문에 채식행동이나 음수행동 또는 번식행동 등 수익성과 직결되는 분야에 관심이 집중.

-가축화에 따른 행동변화 : 행동능력 저하가 아닌 적응적 변화.

대상 자극	행동 변화
사람	최대의 적에서 의존하는 동료로
소리 등	반응범위, 군집행동, 공격행동 저하
먹이	선택성은 저하, 이용률은 증가
일출, 일몰	야행성에서 주행성으로 변화
기타	운동량 저하, 동작 완만, 조숙성 증대

4.동물행동의 분류

·개체행동과 사회행동

-개체행동(individual behavior) : 동물 각 개체가 그 자신만의 표현으로 그 기능을 완결시키는 행동.

-사회행동(social behavior) : 2개체 이상의 동물이 관계하여 성립되는 행동.

·비정상행동(disturbed behavior)

-기능성이 의심스러운 행동, 갈등행동(conflict behavior), 이상행동(abnormal behavior).

5.개체유지행동(individual behavior)

-동물이 자신 및 새끼나 동료의 생명, 특히 생체항상성 유지를 위하여 나타내는 기본적인 행동.

-동물 자체만으로 발현하고 완결하는 행동.

-육체적 및 정신적 쾌적함을 추구하는 행동까지 포함.

-개체유지행동의 구성.

-채식, 음수, 휴식 및 수면, 배설, 호신, 몸단장, 탐색 및 놀이 행동시스템.

-농장동물의 채식행동과 음수행동은 각각 독립된 행동시스템으로 구분.

*반추행동을 독립된 행동시스템으로 보는 견해도 있으나, 반추동물에서만 볼 수 있는 독특한 소화생리 기능이며 섭식행동에 부속하여 나타나고 기립, 횡과 휴식 상태에서 관찰되어 동물행동시스템 측면에서는 휴식행동의 한 행동형으로 보는 것이 타당함.

·채식행동(feeding behavior)

-먹이를 입으로 삼켜 체내에 주입하는 행동.

-에너지 섭취라고 하는 직접적 의미 외에도 겨울철 사료 섭취량을 늘려 열생산량 증가, 여름에는 반대로 사료 섭취량을 줄여 체온을 조절하는 행동으로서의 의미.

-실제 먹는 완료행동에 이르기 전에 먹이를 향해 이동하고 먹이를 찾는 선구행동부터 먹은 후의 행동까지 포함한다.

-채식과 음수는 서로 깊이 관련, 소는 수분함량이 높은 생초를 섭취하는 경우 거의 물을 찾지 않는다.

·평균 채식행동

가축	채식시간 (h/일)	채식빈도 (meal/일)	저작회수 (천회/일)	저작속도 (회/분)	채식량 (kg/일)	비고
소	4-9	4-6	24	60-80	6-12	방목
양	9-11	4-7	39	90-100	1-1.4	방목
말	10-12	-	30-50	60-90	13-15	방목
돼지	2-4	16-23	23-44	230-240	1.5-2.6	육성돈, 가루
닭	3-4	-	20-25	100-120	0.1-0.12	산란계, 가루

·채식행동과 환경

- 대부분의 가축은 더위를 느끼면 식욕을 잃고 반대로 겨울에는 체온조절에 필요한 에너지 증가로 사료섭취량도 증가함.
- 여름 방목지에서 말의 무리가 바람이 부는 정상부위에 서성거리는 모습은 뜨거운 직사광선을 피해 피난처를 찾는 행동의 일부이다. 반대로 찬바람이 부는 환경에서도 가축은 피난처를 찾아서 이동한다.
- 계절에 따라 행동특성을 반영하여 관리작업 시간 조절이 필요.
- 빛과 소리 또한 채식행동에 영향을 미친다.
- 사료, 급여방법, 사조의 형태, 축군의 구성이나 사회적 순위 등 환경조건이 달라지면 채식행동 또한 달라진다.

·음수행동(drinking behavior)

- 물을 찾아 급수장으로 이동부터 실제로 물을 마시고 입맛을 다신 후 다음 행동으로 전환될 때까지.
- 축사 내에서는 자유롭게 물을 마실 수 있어 선구행동이 매우 짧다.
- 보통 혀를 둥글게 말아서 물을 단번에 빨아 들여 마신다.
- 닭은 소량씩 구강에 넣은 후 인두 안으로 깊숙이 밀어 넣는다.
- 음수행동은 급수기의 형태나 위치 등에 따라 달라질 수 있다.
- 음수행동은 채식행동에 수반되는 경우가 많다.
- 사료의 수분함량, 급여방법, 염분 등은 음수행동에 영향을 미친다.

·평균 음수행동

가축	음수횟수 (회/일)	음수량 (kg/일)	비고
소	1~4	40-50	비유량 차이
양	2~12	2-6	방목
말	1~15	5-10	환경 차이
돼지	19~22	5-13	채식량의 3-5배
닭	250~500	0.2-0.5	산란계

·음수행동과 환경

- 환경온도에 의해 음수량은 크게 변화하나 수온의 영향도 크다.
- 보통 15℃보다 여름에는 차게, 겨울에는 따뜻한 물 선호.
- 수온과 음수행동은 체온조절 측면에서 중요한 의미를 갖는다.

·휴식행동(resting behavior)

- 운동의 중지, 감소를 통해 에너지 소비를 적게 혹은 회복하는 행동.
- 대부분의 동물은 하루 중 절반 이상의 시간을 휴식행동에 할애.
- 휴식 없는 동물의 활동은 있을 수 없으며, 휴식행동은 개체유지행동 중 채식, 음수행동과 더불어 가장 기본적인 중요 한 행동형.
- 휴식 자세는 기립(standing), 엎드린 복와(sternum lying) 및 사지와 배를 바닥에 붙인 횡와(lateral lying)가 있으며, 기립보다 복와나 횡와 자세의 휴식수준이 높다.
- 가장 효과적인 회복 행동인 수면 시에는 주로 복와나 횡와 자세.

·가축의 수면

- 수면은 긴 진화의 역사를 거쳐 형성된 행동양식으로 종에 따라 그 양상이 상당히 다르다.
- 보통 가축의 수면시간은 돼지를 제외하고 사람보다 짧다.
- 졸음시간은 비교적 길어 소 7~8시간, 휴식이라는 의미에서 졸음이 중요.
- 말은 수면시간이 극단적으로 짧아 졸음을 포함해 5~6시간이며 주로 기립 자세로 수면.
- 반추동물의 수면은 영양과 직접 관련 있는데, 특히 반추를 필요로 하는 섬유질 공급이 적으면 수면시간이 증가하고 졸음시간 비율은 감소.

·배설행동(eliminative behavior)

- 소화관 내의 불소화물을 항문을 통한 배분(defecation)과 신장을 통해 방광에 수집된 여분의 수분을 요도를 통한 배뇨(urination)하는 행동.
- 배설행동에 소비하는 시간은 다른 개체유지행동에 비해 짧지만 개체유지를 위한 필수 행동.
- 동물의 관리측면에서 배설행동의 횟수나 양, 장소나 시간대 등은 관리상태와 집단의 사회구조를 확인하는 지표로 활용.
- 축산농장 현장에서 배설행동은 농장의 청결과 냄새 등 환경문제와 연결되어 있어 매우 중요한 행동관리 항목 중 하나.

·호신행동(self-protective behavior)

- 동물이 자신의 신체보호나 생체항상성 유지를 위해 외부 자극에 대응하여 온몸으로 반응하는 행동.
- 몸을 감추거나 자세를 변화시키는 등 포식자로부터 공격을 회피하고자 하는 행동도 호신행동의 하나.
- 혹서기에 수욕, 진흙욕(wallowing) 및 헐떡임(panting, 열성다호흡) 등도 체온조절을 위한 호신행동.
- 가을부터 봄에 걸쳐 기후가 좋은 날의 일광욕이나 저온환경에서 자돈들은 서로 몸을 가까이 하여 체온을 지키는 행동.

·몸단장행동(body care behavior)

- 동물이 입이나 다리로 체표를 다듬거나 물체에 몸을 긁어 가려움을 해소하거나 꼬리나 몸을 떨어 유해곤충을 쫓거나 피부나 피모에 부착된 기생충과 오물을 떨어내는 행동.
- 몸을 깨끗하게 유지하는 효과 외에 쾌적함을 추구하거나 환경변화에 대한 적응적 반응을 의미.
- 핥거나 가볍게 무는 것처럼 체표를 다듬고 꼬리를 흔들거나 온몸을 떨어거나 몸을 쭉 늘어뜨리는 행동.
- 방목 돼지가 흔히 나타내는 진흙욕은 기생충 등을 떨어내는 몸단장 행동.

·탐색행동(exploratory and investigative behavior)

- 동물이 낯선 장소, 장비, 다른 동물 및 사람 등 이전에 경험하지 못한 새로운 환경이 주어졌을 때 나타나는 행동.
- 시각, 청각, 후각 등의 감각기관을 동원하여 위치를 잡고 필요에 따라 이동하며 촉각, 미각 등 다른 감각기관을 이용하여 미지의 환경을 탐색.
- 경계, 집중 등 긴장을 수반. 특히 어린 동물의 탐색행동은 잘 관찰되지만, 성장과 더불어 학습이 많아짐에 따라 감소.
- 주의를 기울이며 보거나 소리를 듣고 물체나 상황에 따라 코나 앞다리, 닦은 부리로 접촉하며 핥거나 씹는 등의 행동.

·놀이행동(play behavior)

- 주로 어린 동물이 욕구와 기능이 명확하지 않게 발현시키는 일련의 행동.
- 개체유희행동, 사회적 유희행동으로 구분.
- 개체유희행동은 환경이 달라졌을 때 증가하는데 탐색행동이 동반하기 때문에 놀이를 통해 환경을 학습하고 적응해 가는 것으로 짐작된다.
- 사회적 유희행동에는 상호 모방적인 운동 외, 적대적이거나 친화적인 행동 및 성행동의 모방이 혼재해 나타나기도 하여 이들 행동형을 정상적으로 발달시켜가는 과정으로 볼 수 있다.
- 가볍게 뛰어 오르거나 꼬리를 들고 뛰어 다닌다거나 주변의 나무토막이나 물건 등을 물고 돌아다니거나 코 및 앞다리로 누르거나 하는 행동.
- 서로를 쫓고 쫓기는, 뒤에서 가볍게 물거나 밀고 부딪히는 등의 동작들을 교환하고 서로 올라타는 등 모의 성행동도 암수 구별 없이 관찰.
- 노는 것 자체가 목적인 것 같아 보이는 행동, 건강한 개체일수록 잘 놀며, 놀지 않는 동물은 건강에 문제가 있다는 지표 활용 가능.



*어린 동물의 놀이의 중요성

- 적응적 행동의 유연성을 발달시킨다.
- 신체 발육을 촉진하고 뇌 발달을 자극한다.
- 영양불량과 사회적 격리에 의한 악영향으로부터 회복을 촉진한다.
- 환경인식능력이나 운동능력의 발달, 신체 단련에 도움이 된다.
- 혈연, 사회적 관계의 인식 및 사회적 유대의 유지와 강화를 촉진한다.

6. 사회행동(social behavior)

· 동물집단과 사회

- 동물들이 집단을 형성 혹은 분산되어 있는 상황에서 2개체 이상이 어떤 형태로든 관계를 유지하고 있으면 사회로 본다.
- 집단 속 개체 간에는 일정한 간격(personal space, 개체공간)이 있어 이 범위를 넘어 오면 공격 또는 회피한다.
- 개체가 집단행동을 취할 수 있는 최대한의 거리를 사회적 거리(social distance)라 하며, 개체공간의 경계와 사회적 거리와의 사이를 생활공간(living space)이라 한다.
- 개체공간 및 사회적 거리는 축종, 개체 상태 및 환경조건에 따라 달라지며, 동물의 관리, 축사와 운동장의 면적을 결정하는 중요한 기준이 된다.

· 주요 사회행동

명 칭	명 칭
투쟁행동 - 위협, 공격, 방어, 도주, 추적 행동	영역행동 - 냄새포착, 포효, 방어 행동
번식행동 - 성행동 - 성적탐색, 구애, 교미 행동	인사행동 융화행동 친화행동 - 타개체의 털다듬기, 쓰다듬기
모성행동 - 분만, 수유, 흡유 행동 - 새끼에 대한 어미의 보살핌 행동 - 어미에 대한 보살핌요구 행동	복종행동 헬퍼행동 과시행동
추종행동 - 선도추종 행동과 동일	모사(타개체의) 행동 수렴(무리의 조직적인) 행동 유희(타개체와의) 행동 타개체로부터의 학습 등 타개체의 각인

· 번식행동의 구성

- 번식과 관련된 행동에서는 성적탐색행동, 구애행동, 교미행동, 임신, 동지 만들기, 분만, 포유, 이유, 모자의 분리 등 일련의 행동들이 포함된다.

- 이 중에서 성적탐색행동, 구애행동, 교미행동을 성행동이라 하고 임신부터 모자의 분리까지를 모성행동으로 분리.

- 성적탐색행동(sexual exploring behavior)

- 교미를 목적으로 이성을 찾아 나서는 행동.
- 탐색하는 동물은 탐색 대상과 눈에 보이는 지각상이 일치하면 상대를 발견했다고 하는 것이 성립되어 탐색행동을 끝낸다.

- 구애행동(courtship behavior)

- 성적탐색행동에 이어지는 이성을 교미로 끌어들이기 위한 행동.
- 구애행동을 구성하는 동작, 자세, 소리 등은 종에 따라 다르게 나타난다.
- 야생동물 특히 조류 중에는 본래의 기능보다 과장된 행동을 나타내거나 다른 동작을 덧붙여 화려한 행동을 취하는 경우가 있다.

- 교미행동(couplation, mating behavior)

- 체내수정을 행하는 암수 양 개체가 생식기를 접촉시키거나(조류), 음경이 발달한 동물(포유류)은 음경을 암컷의 생식기로 삽입시켜 정자를 암컷의 생식기에 보내는 행동.

· 성행동의 시기, 지속시간

- 면양, 산양의 성행동 발현시기는 가을, 말은 봄→계절번식.
- 소나 돼지 등 농장동물은 대부분 연중번식.

- 성행동이 가능한 시간의 범위는 결국 발정지속 시간을 의미.
- 1회의 교미에 소요되는 시간은 가금이 2~3초, 소, 면양, 산양은 1~2초, 말은 약 40초, 돼지는 3~20분.
- 사정을 일으키는 자극에는 암수의 체온 차이와 마찰압력 등이 있으며 교미에 소요되는 시간 결정.
- 모성행동과 새끼의 행동
- 농장동물, 가축의 어미와 새끼는 각 종마다 특유의 모자연대를 나타낸다.
- 농장동물은 경제성 위주로 관리되기 때문에 생산성 향상을 위해 젖소는 분만 직후, 육우나 돼지는 본래의 상태보다 일찍 분리된다.
- 면양은 태어난 집단에서 평생 사육되는 경우가 많고 닭의 모자는 거의 별개로 사육된다.
- 대부분의 가축에서 본래의 모자관계를 볼 수 없으나 분리된 새끼와 어미는 사람이 돌보지 않으면 안 되기 때문에 본래의 모자관계를 안다는 것은 동물 관리를 위하여 매우 중요하다.
- 임신말기의 행동변화

임신말기의 체내변화	행동적 특성
▷ 임신말기 - 임신 최말기에 진통개시 등 분만기가 시작될 때까지의 시기 - 태아 두부와 전지가 복부를 밀으며 하여 자궁경 방향으로 전환 - 선자인대의 이완, 자궁활동이 활발해지고 자궁내압 증대 - 동물에 따라 체온이 떨어진다 (약1℃).	▷ 행동 - 활동둔화, 분만이 가까워지면 불안해하고 빙빙 돈다. - 배뇨 회수 증가, 집단에서 이탈 ▷ 외관 : 외음부 종창과 점액 누출 (소) 미근부함몰 (소, 말) 유방의 팽만

·분만 각기의 행동변화

임신말기의 체내변화	행동적 특성	소요시간
▷ 분만기(제1기 개구기) - 자궁내 태아가 질내로 들어갈 때 까지 - 자궁경관과 질조직의 연화, 생식도 확장, 제1파수(노막)	▷ 진통의 개시와 증대, 불안, 횡와-기립 반복, 고개를 돌려 배를 본다, 최초 진통 가볍고 간헐적	소 2~6 말 1~4 양 2~6 돼지 2~12
▷ 제2기 출산기 - 질내 태아가 만출될 때 까지 - 자궁활동 활발, 제2파수(양막)	▷ 만출까지 격렬한 진통이 수분 간격으로 일어난다. 보통 횡와 자세에서 만출	소 0.5~1.0 말 0.2~0.5 양 0.5~2.0 돼지 2.5~3.0
▷ 제3기 후산기 - 태아 만출후 후산배출 까지 - 자궁활동 급격 감소, 생식도벽을 구성하는 모든 조직의 회복	▷ 만출후 기립하여 소, 돼지, 개, 고양이는 태반 먹는다. 소, 말, 면양, 산양은 핏기(돼지는 하지 않음), 후산 배출	소 4~5 말 1 양 0.5~8.0 돼지 1~4

·포유 및 이유

- 포유횟수, 시간, 비유량
- 출생 후 첫 포유까지의 시간, 일 포유횟수, 1회당 포유시간, 비유량 등은 새끼들의 상태와 어미의 상태에 따라 달라진다.
- 이유
- 이유시기, 이유관리는 축산농장의 중요한 관리 작업 중 하나이며, 축산 경영상 중요한 의미를 가진다.
- 이유는 번식행동은 물론 생산성, 동물복지 등 농장경영 전반에 걸쳐 밀접하게 연결되어 있는 축산경영 측면에서 매우 중요한 관리.

7.이상행동과 동물복지

- 동물의 생존과 유전자 존속 및 지속성을 유지하기 위해 유리한 방향의 행동이 주로 정상행동.
- 이상행동은 정상행동의 바탕에서 예상외의 환경(자극)이 주어졌을 때 그 상황의 개선과 극복이 어렵거나 불안, 스트레스 등으로 심리적 교란 상태일 때 나타나는 행동.
- 이상행동은 동물의 생활환경이나 생산시스템에 대한 동물의 느낌 혹은 불편함을 평가하는 평가지표로 활용될 수 있으며, 동물의 복지상태를 추정하는 유효한 근거로 활용.

·돼지의 꼬리 물기

- 농장동물로서 돼지가 나타내는 가장 대표적인 이상행동.
- 부드러운 사료, 딱딱한 바닥, 공기의 질 불량 및 욕구불만 상태 등이 원인.
- 스트레스, 고통은 물론 도체품질에 악영향, 양돈산업에서 중요한 의미.

·인공포유 송아지의 배꼽 빨기

- 염증 유발, 위내 모공 형성, 소화불량 유발, 생산성 저하 유발.
- 인공포유는 하루 2~3분 정도 밖에 없기 때문에 시간 차이가 원인.

·닭의 꼬기 행동

- 방사 닭은 하루에 절반가량을 섭식행동으로 흠을 쪼는 반면, 케이지에서는 사료, 케이지, 바닥 및 동료의 우모, 향문을 쪼아 생산성에 큰 문제 발생.

·농장동물의 복지

- 소, 돼지, 닭 등의 농장동물에게 신체적, 심리적으로 좋은 생활을 할 수 있도록 하는 것, 즉 살아있는 동안에 고통, 스트레스가 배제되거나 최소화 되는 환경을 제공하는 것이다.
- 동물행동과 동물복지의 만남
- 좋은 생활 : 정상행동이 풍부하고 이상행동이 나타나지 않거나 최소화 되는 생활환경에서 생명을 유지하고 생산활동을 하는 것.
- 행동의 정상화 : 개체유지행동, 사회행동 및 성행동.

제12장 동물복지

*주요용어

- 동물복지(Animal welfare) : 동물에게 주어진 주변여건과 환경조건에 따라 현재 신체적으로 심리적으로 어떤 상태에 있는가를 의미하며, 동물의 요구가 얼마나 충족되었는가에 따라 그 수준이 결정된다.
- 5대 자유(The five freedoms) : 영국의 농장동물복지위원회에서 동물복지의 기본으로 제시한 다섯가지 자유. 최소한 신체적으로 심리적 고통과 불편함으로부터 벗어나야 한다는 기준을 제시한 것이다.
- 환경인자(Environmental factors) : 동물에 주어지는 생활환경을 구성하는 세부 인자를 말하며, 동물복지를 결정하는 역할을 하고 부정적으로 주어질 경우 스트레스, 이상행동 등을 유발하고 생명유지와 생산활동에 악영향을 미치게 된다.
- 동물복지축산(Animal welfare farming) : 동물복지 개념을 농장동물에 적용하여 가축이 축산물을 생산하는 과정에 최상의 환경을 제공하여 생산성 개선, 축산물의 품질 유지 및 안전성 보장을 통하여 지속가능한 축산을 구현하고자 하는 축산시스템이다.

1.동물복지의 이해

(1)동물과 인간

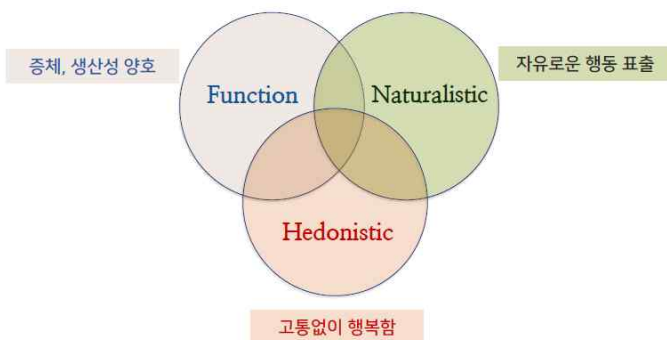
·반려동물, 애완동물	·실험동물	·농장동물
	·야생동물	
	·전시동물	

·동물보호법(우리나라 동물복지축산의 근거법)

- 동물에 대한 학대행위의 방지 등 동물을 적정하게 보호·관리하기 위하여 필요한 사항을 규정함으로써 동물의 생명보호, 안전 보장 및 복지 증진을 꾀하고, 동물의 생명 존중 등 국민의 정서를 함양하는 데에 이바지함을 목적으로 한다.
- (2)농장동물복지(Farm animal welfare)
- 사회가 사람들의 다양한 요구를 충족시키기 위하여 변화하고 발전.
- 과거 관심을 갖지 않던 분야나 사실들을 시대와 사회여건이 달라짐에 따라 관심이 집중되고 사회적 논의가 활발하게 진행.
- 동물에 대한 관심의 변화.
- 과거 : 사람과는 전혀 다른 격을 가진, 사람이 이용하는 존재로 인식.
- 현재 : 기본적인 욕구가 충족되고 고통이 최소화되는 행복한 상태, 신체적·심리적으로 완전한 상태, 고통 없이 살 수 있

게 해야 함.

- 1964년 Harrison의 저술 ‘Animal Machines’
- 현대적 의미의 농장동물 복지 운동 시작.
- 2차 세계대전 이후에 일반화된 집약축산에 비판적 시각.
- 농장동물 복지는 물론 약품 사용, 생산물의 품질, 윤리에 관심.
- Brambell Committee(1965) 구성
- Harrison 저술에 따라 영국정부가 추진.
- 동물이 고통, 스트레스를 받으며 불안, 두려움, 좌절 및 기쁨을 느낀다는 것을 인정.
- 농장동물의 복지
- 인간의 복지도 제대로 갖추지 못한 상태에서 농장동물의 복지 논의가 타당한가?
- 농장동물의 복지는 결국 인간의 보다 높은 수준의 환경과 식품 요구 충족을 위한 것.
- 한국 축산업
- 지난 30여 년간 기술 향상, 생력화, 시설현대화 등 생산성, 효율성 중심으로 발전.
- 양질의 동물성 단백질 공급, 인간복지에 크게 기여.
- 집약경영으로 인한 제반 문제 야기→분뇨, 악취, 질병, 항생제, 축산물 안정성 문제.
- 농장동물 복지에 대한 관심 고조→소비자 및 생산자
- 관리기술이 가축의 건강, 복지 및 환경에 영향을 미친다.
- 가축들이 어떻게 사육, 수송, 도축되는지를 알고 싶어 한다.
- 소비자들의 요구에 부응하기 위하여 생산자들 역시 일관되고 안정적인 정보 제공을 원한다.
- 축산물의 국제교역에 영향
- 새로운 무역장벽을 만들기 위한 조치는 아니며, 소비자에 대한 정확한 정보제공이 목표라고 주장.
- 한국 축산업은 집약적인 사육체계를 갖춘 양돈과 양계는 많은 잠재적 문제를 안고 있으며, 향후 해결을 위한 다양한 접근과 노력이 필요.
- 한-EU FTA 협상과정에서 현실적인 문제로 부각
- 동물복지 요구→공장식 축산에 대한 공격
- 소비자는 동물복지형 축산물의 구매의사 결정에 있어 농장동물의 복지보다는 자신의 건강, 식품안정성을 더 중요하게 고려.
- (3)동물복지의 기본
- 5대 자유 : The Five Freedoms(FAWC, Farm Animal Welfare Council, 1979)+1(2009)
- ①신선한 물과 사료를 쉽게 접할 수 있어야 한다(배고픔과 갈증 해소).
- ②잠자리, 편안한 휴식 공간 등 적절한 환경을 제공하여야 한다(불편함 해소).
- ③신속한 대응과 처치를 통하여 고통, 상처 및 질병을 제거하여야 한다(고통 제거).
- ④자유롭게 행동할 수 있도록 하여야 한다(행동 구속 해소).
- ⑤스트레스와 공포 등 심리적 고통을 덜어 주어야 한다(심리적 스트레스 공포 해소).
- ⑥가치 있는 삶을 누릴 수 있도록 하여야 한다.
- 동물복지의 구성



·동물복지에 영향을 미치는 요인

- ①열 환경 : 온도, 습도, 공기흐름, 방사열.
- ②물리적 환경 : 빛, 소리, 축사, 시설의 구조, 사육밀도.
- ③화학적 환경 : 공기, 물, 산소, 이산화탄소, 황화수소, 암모니아, 먼지 등.
- ④사회적 환경 : 가축, 관리자, 천자, 암수.
- ⑤토양 환경 : 위도, 고도, 지형.
- ⑥생물적 환경 : 야생동식물, 유해미생물, 목초, 야초.

·동물복지의 평가

- ①생산성 : 동물의 생산능력, 노동력, 생산비.
- ②행동 : 개체유지행동(standing, walking, lying, feeding, drinking), 비정상(이상)행동.
- ③생리 : 스트레스, 혈압·심장박동·호흡률 등.
- ④건강과 면역 : 질병 발생률, 면역 수준.
- ⑤해부학적 평가 : 골격의 강도·상처, 타박상·피부손상 등.

*스트레스 평가
-혈액의 이화학적 성분 및 면역물질의 변화.
-사료섭취량, 기호성의 변화.
-성장, 증체의 변화.
-행동의 변화.
-상처, 질병, 폐사 발생.
-기타.

*동물복지와 자유는 모순된 측면이 있다→농장동물복지에 대한 기본적인 개념의 이해와 더불어 농장동물의 복지개선 필요성에 대한 사회 구성원 사이의 공감대 필요.

2.동물복지축산

-왜 동물복지축산인가? 경제성 확보, 지속가능한 축산 구현, 안전 축산물 생산.

(1)경제성 확보

①높은 가격 프리미엄

- 동물복지 축산물 생산, 유통 및 소비단계에서 발생하는 비용보다 높은 가격 프리미엄 존재.
- EU : 축산분야 28억 유로 추가 비용 발생하지만 가격 프리미엄 반영하면 경제성 충분.
- 미국 : 계란 12개당 가격(\$), 일반란 1.51, 방사란 2.83, 오메가3란 2.99, 유기란 3.85(2009~2012년).
- 한국 : 축산물 생산비 소폭 상승하나 가격 프리미엄 상승이 이를 초과할 전망(2010년).

②생산성 향상

- 관행축산(밀집사육)으로 인한 품질 저하 문제 해결에 따른 생산성 향상 및 잠재적 수익 발생.
- 미국 : 품질 저하로 인한 연간 수익 감소액 약 2억 달러로 추정.
- 과도한 사육밀도 및 불량한 환경으로 인한 폐사 개선.
- 항생제 사용 저감 기대.

(2)지속가능한 축산 구현

- 친환경축산의 핵심은 동물복지축산.
- 가축분뇨 자원화를 통해 생태계 보전과 환경과 조화를 추구하는 자연순환농업과 병행.
- 관행축산보다는 까다로우나 유기축산보다는 유연하여 관행축산의 연착륙 과정으로 활용하여 유기축산으로 가기 위한 교두보 확보.
- 지속가능한 친환경 동물복지축산 실현.

(3)안전 축산물 생산

- 안전 축산물에 대한 요구 증대, 인식 고조로 동물복지 축산물의 구매 만족도 요구에 부합.



- 생산과정 위주의 HACCP 인증에서 소홀하기 쉬운 원료단계의 안전성 확보 가능, 소비자 신뢰도 높아질 것으로 기대.
- 동물복지형 축산물의 과학적으로 검증된 높은 품질과 동물의 복지에 기여한다는 심리적 만족도 때문에 전반적인 구매 만족도 상승 기대.
- EU의 동물복지 축산물 유통현황
- EU의 동물복지 축산물은 계란과 우유를 중심으로 형성.
- 영국과 프랑스는 특정 업체나 프로그램을 통해 공급.
- EU 27개국 중 12개국이 동물복지축산 시행하고 있음.
- 동물복지축산농장
- 동물복지 축산농장 인증제 : 높은 수준의 동물복지 기준에 따라 인도적으로 동물을 사육하는 소·돼지·닭 농장에 대해 국가가 인증하고, 인증농장에서 생산되는 축산물에 '동물복지 축산농장 인증마크'를 표시하는 제도.



-동물복지 축산농장 인증현황(2017.11) : 총 145개소, 산란계(94), 돼지(13), 육계(30), 젖소(8).

*양돈 산업에서의 동물복지

도축장 취급, 도축방법, 모돈의 활동제한, 자돈폐사, 공격성, 각종 질병, 열악한 환경, 신체일부 절단.



생산성, 질병, 취급, 수송 및 도체, 육질에 영향을 미친다.

제13장 축산시설 및 환기

*주요용어

- 축산시설(livestock facility) : 축산업에 관련한 모든 시설. 축사, 가공 시설, 유통 시설 따위를 포함한다.
- 가축사양(animal feeding) : 가축에게서 경제적인 생산물을 얻어 내기 위하여 적절한 방식으로 사육하는 행위.
- 급이장치(feeding equipment) : 가축에게 먹이를 주는 장치.
- 환기(ventilation) : 축사의 탁한 공기를 빼고 맑은 공기로 바꾸는 것.

1. 소(한·유우) 시설 관리

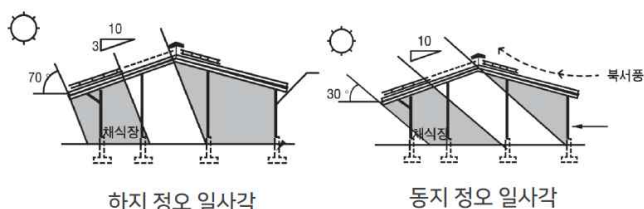
(1) 우사 시설 건축 요령

·우사 설계 요령

- 우사는 소가 활동하기에 편리해야 하며 사육 관리가 편리하고 노동력이 적게 들어야 한다.
- 경제적으로 건축되어야 하며 우사를 유지하는 비용이 적게 들고 기계화 작업이 편리해야 한다.
- 우사와 창고 기타 부속 건물의 배치를 고려하며 깔짚 우사의 경우 남향으로 되도록 건물 배치가 필요.
- 햇빛 방향에 있는 건물들은 우사 내의 일조에 많은 영향이 있으므로, 개방식의 경우 남쪽에는 통풍과 채광에 방해가 되는 건물이 위치하지 않도록 배치한다.

(2) 우사 건축 요령

·깔짚 우사의 방위각



(3)우사 건축 시 고려사항

구분	선택방식
사육 방식	번식 중심, 비육 중심, 일관사육 중심
관리 방법	계류식, 방사식
우사 형태	폐쇄식, 개방식(완전, 부분)
우사 배치	직렬형, 병렬형, 단식, 복식
분뇨처리 방법	깔짚우사, 저장액비화, 인력

(4)우사의 종류

·개방식, 고정식

-개방식 우사는 사면이 개방되어 자연환경 속에서 소를 사육하는 우사로서 건축비가 적게 들며 한우의 사육시설로 많이 이용되고 있다.

-개방식 우사 구조와 규격은 전면 지붕이 설치된 우사로서 지붕구조를 남쪽면의 일부를 개폐장치가 설치된 개폐식 형태나 지붕구조를 남쪽면의 일부를 개폐장치가 설치된 개폐식 형태나 투광재(FRP, PET 등)를 설치하여 햇빛을 우사 내에 비치게 함으로서 수분의 증발과 가축이 필요로 하는 양의 빛을 공급받을 수 있도록 되어 있다.

-내부는 사료섭취장과 급수장으로 구분되고 우사 전체가 운동장 겸 휴식장으로 이용되고 있다.

-우상바닥은 평면 우상으로 기계에 의한 분뇨제거 작업을 할 수 있도록 설계된 우사이다.

(5)유우사(젖소) 시설

-낙농 시설은 사료를 비롯한 생필품의 조달 및 분배, 배설물의 처리, 인공수정, 분만, 포유 및 육성, 우유의 생산 등이 사람과 젖소 간에 순조롭게 진행되는 구조가 되어야 한다.

·낙농시설의 구성

①착유시설

-착유시설은 우유 생산에 필요한 시설체계로서 착유우 대기장, 착유실, 우유저장실, 기계실 등이 포함되며 이에 부속되는 착유장비(진공발생장치, 세척장치 및 냉각기) 일체가 해당된다. 최근의 착유설비에는 산유량, 사료섭취량, 발정주기 등을 동시에 관리할 수 있는 기록관리용 컴퓨터프로그램이 부설되는 경우가 많다.

·착유로봇의 개발현황

-젖소의 젖을 기계로 짜려고 하는 시험은 지금부터 160년 전에 영국에서 시작되었다.

-그 후 1851년에 착유에 진공을 사용하는 방법이 도입되면서 영국, 미국 등에서 상품화 되었으며,

-1903년에는 오스트레일리아의 한 낙농농가에서 현재와 같은 2실 구조의 착유컵을 발명했으며,

-1940년대에는 구미 각국의 낙농가에 일반화되어 보급되었다.

②분뇨관리시설

-분뇨관리시설은 우유의 배설물을 수거, 저장, 처리 또는 처분하는 시설로서 분뇨구, 분뇨저장조, 퇴비장 그리고 액비운반 및 살포시설이 포함된다.

2.돼지 시설 관리

(1)양돈 산업

·산업 현황

-우리나라의 경제가 발달함과 동시에 축산업도 괄목하게 발전하여 왔으며, 특히 양돈은 사육호수가 크게 감소하고 사육두수는 증가하여 양돈업이 전업화 됨에 따른 여러 가지 문제점들이 나타나고 있는 가운데,

-다두화가 되면서 양돈 배설물의 발생량에 따라 환경오염 문제와 돈사환기에 대한 문제가 현안으로 대두되었다.

-이러한 문제점들을 해결하고자 네덜란드, 덴마크 등과 같은 축산의 역사가 깊은 나라에서는 축사시설에 대한 연구가 매우 심도 있게 이루어져 왔고, 우리나라의 경우는 최근 들어 축산분뇨의 처리를 위한 시설 지원에 많은 노력을 기울이고 있다.

(2)돈사 설계 기준

·돈방 산출 기술지표(예)

-돈사를 신규로 신축하거나 증개축하는 경우 표에서 보는 것처럼 일차적으로 기술지표를 적용하여 돈방을 산출하기 전에 우선 자기농장의 기술지표에 대한 기준이 있어야 된다.

분만을	번식 회전을	산자수	실산자수	이유두수	육성두수	이유일령	모돈 교체율	웅돈 교체율	출하 일령
90	2.4회 /년	11.7 (28.1두/년)	11.7×92% =10.8두 (25.9/년)	10.8×95% =10.3 (24.7/년)	10.3×98% =10.1 (24.2/년)	21일	40	50	180일

→표에서 보는 바와 같이 자기농장의 주간 6복 분만의 사육규모돈 130두 규모를 기준 돈방수를 산출한 예이다.

(3)임신돈사

-임신사는 중부 후 스톨에 입식하여 분만 1주 전까지 분만돈사로 이동할 때까지 태아의 발육과 모돈의 컨디션을 조절하는 공간시설을 말하며, 사육환경 적온은 5~15℃가 적당하며 습도는 60~80% 정도가 최적이다.

-임신사의 설계에 있어서 임신스톨의 면적은 중돈의 종류, 사양관리방식에 따라 크게 달라지지만 폭 60cm×길이 200~201cm가 일반적이며, 바닥재는 콘크리트가 적당하다.

(4)분만돈사

-분만사는 임신한 돼지를 사육하기 위한 시설로서 향후 자돈의 출산과 함께 생활할 수 있는 시설.

-분만돈방은 포유기간에 따른 스톨폭(분만틀)의 적용은 3~4주 이유 시 220cm, 5주 이유 시 240cm정도가 좋다.

-분만사에 있어서 중요한 포인트는 모돈과 포유자돈이 요구하는 환경의 조성이 중요하다.

(5)자돈사

-자돈사는 이유 후(14~21일령)부터 약 7주 후(70일 전후)까지 25~30kg 전후까지 사육하는 시설.

-자돈사의 설계에 있어서 자돈방의 크기는 일반적으로 폭 180×길이 200cm로 시설을 하며, 통로는 최소 60cm 이상으로 하고 측벽은 70cm로 한다.

-바닥재는 플라스틱재료가 좋다.

(6)육성·비육돈사

-육성·비육돈사의 바닥재는 돼지의 체중을 견딜 수 있는 콘크리트 바닥재를 사용하여 시설을 한다. 초기 자돈에서 육성돈으로 이동해 온 돼지를 위해 보온등 시설을 준비해 둘 필요가 있다.

-육성·비육돈사는 (생후 70일 전후)25~(생후 170일 전후) 110kg 전후까지 사육하는 공간으로 사육적온은 육성돈의 경우 20~15℃가 적당하며, 비육돈의 경우 15~20℃가 적당하다.

(7)돈사의 단열

①바닥재 형태

-돈방 바닥재의 형태는 분뇨의 처리방법에 따라 설치하는 바닥재가 다양하게 사용되고 있다.

-사용되는 바닥재는 주로 플라스틱 베드, 콘슬랏트, 텐더푸드, 트라이바 앵글, 환봉 등을 이용하여 돈방 바닥재를 설치하고 있으며, 중돈을 위하여 바닥을 콘크리트로 설치하여 사용하고 있다.

②돈방바닥 시설

-돈방바닥 시설은 콘크리트 평상과 슬랏트 상면으로 구분할 수 있고, 슬랏트 상면은 부분 슬랏트상과 전면 슬랏트상으로 분류된다.

(8)돈사의 급수기

·급수기 관리

-물은 실질적으로 모든 신체기능에 관련되어 있다. 체내에 약 50% 이상을 차지하며, 성축에서는 약 70% 정도, 어린동물들의 체내에는 약 80~90%가 있다. 동물들은 실질적으로 체내의 모든 지방과 절반 이상의 단백질이 손실될 때까지도 살 수 있지만, 체내에 수분의 1/10 정도만 손실되어도 결과적으로 죽게 된다.



3. 닭(육계, 산란계) 시설 관리

(1) 계사 건축 시 고려사항

① 농장부지 선정

- 농장부지 선정 시 고려사항은 계사 건축이 가능한 지목인 전 또는 임야인지 확인하고 진입로, 전기, 지하수 사정 등을 사전에 철저히 조사한 다음 부지매입을 해야 한다. 또한 방역을 고려하여 기존의 양계장과 멀리 떨어져 있는 곳일수록 좋다. 농장부지는 침수 우려가 없고 배수가 잘 되어야 하며 닭 사육으로 인한 민원소지가 없는 곳이어야 한다.

- 채광시간이 긴 곳, 공기의 이동이 좋은 곳, 안개 상습지가 아닌 곳, 지하수위가 낮은 곳(깊지 않은 곳).

② 음용수 확보

- 물은 닭의 생명유지에 필수 불가결한 기본물질이다. 병아리는 체중의 65~70%가 물이며 성계는 체중의 52%가 물이다. 닭은 체지방 98%와 체단백질 50%가 감소해도 생존할 수 있으나, 체내 수분이 10% 감소하면 생리적 이상을 초래하고 20%가 감소하면 폐사하게 된다.

(2) 계사 종류

- 개방계사, 무창육계사, 무창산란계사.

(3) 계사 분류 특징

· 산란계사

- 식용계란 생산을 목적으로 하는 채란용 계사는 계분의 처리방법에 따라 스크레파식 계사, 계분벨트식 계사, 고상식 계사로 나눌 수 있으며 스크레파식 계사나 계분벨트식 계사는 계분 제거 노동력이 적게 들어간다.

· 육계사

- 육계는 대부분 바닥에 깔짚을 깔고 평사에 사육하지만 일부의 경우 육계 전용 직립식 케이지에 사육하는 경우도 있다. 육계의 적정 사육밀도는 출하체중, 계절, 시설의 수준, 육계의 시장가격 등의 경영적 측면 등을 고려해야 한다.

(4) 선란기

· 자동 집란 선별 장치 : 소형 선란기, 대형 선란기.

(5) 산란계의 점등

- 닭은 장일성 동물에 속하여 일조시간이 길어지는 계절에 번식을 한다. 또한 일조시간이 짧아지는 계절에는 산란율을 중지한다. 광선이 시신경을 통해 뇌하수체 전엽을 자극하면 난포자극호르몬이 분비되어 난소의 난포 발육을 촉진시킨다. 뇌하수체 전엽의 황체형성호르몬과 함께 작용하여 배란을 촉진시킨다.

- 광선은 성선자극을 해서 번식계절을 조절하고 방란시각을 조절한다. 닭의 성선자극에 필요한 조도는 약 10lux 정도이며 파장은 600~750nm이다.

· 광선의 성선 자극 경로

- 광선→시신경→뇌하수체 전엽→난포자극호르몬→난소의 난포발육 촉진→황체형성 호르몬→배란.

4. 가축(소, 돼지, 닭) 환기 관리

(1) 가축별 시설의 특징

· 우사시설의 특징

- 소는 개방식 축사에서 사육

* 가축별 체중 kg당 산소 및 산소 소비량 및 탄산가스 발생량(ml/hr)

구분	닭	돼지	소
산소소비량	739	395	328
이산화탄소 발생량	714	339	320

→ 여름철 고온 시 또는 환기팬 고장 시 폐사율 : 닭 > 돼지 > 소.

(2) 우사 환기관리

· 우사 내 환경 온도 현황

- 여름철 : 한낮에 우사 외부온도보다 내부온도가 높다.

①여름철 환기 불량

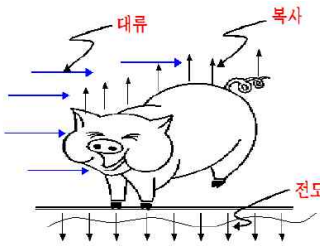
- 우사 내 높은 열이 외부로 배출되지 못하여 생기는 현상.
- 우사 폭 10m당 2m 이상 개폐가 되어야 우사 내 환기 가능.

②우사 내 높은 온도 강제 배출

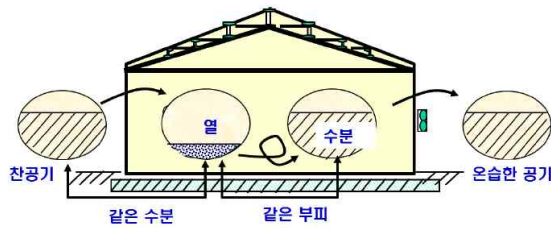
- 우사 처마 측벽에 배기팬 설치.

(3)돼지 열 발산 종류

- 열 발산형태
- 현열(Sensible heat) : 전도, 복사, 대류.



체열 발산(손실) 형태



환기 원리

(4)돼지 돈사 열 환경 변화

- 환경 변화 관리 필요
- 외부 공기 유입, 동물호흡 등 배출.

(5)돼지 시설 환기 방식

	양압식	음압식	등(중)압식
사용연대	1970~80	1980~현재	1990년대 후반~현재
구분	돈사 내로 공기를 강제로 유입시켜 돈사 내에 있는 공기를 배출시키는 방식.	돈사 내 공기압을 음압으로 만들어 외부의 공기가 유입되고 배기팬을 이용하여 배출하는 방식.	음압방식과 양압방식에 비닐덕트와 전동셔트 등을 사용하여 외부 공기를 유입시켜 돈사 내를 양압으로 만들고 동시에 팬을 사용하여 강제 배기시키는 절충형.
형태			
장점	돈사 내 덕트와 팬 등 공기유동 제어장치를 이용하여 냉기류를 줄이고 유입공기를 일정하게 분배.	공기속도의 균배를 이룰 수 있음. 돈사의 폭과 길이가 12m 이내.	축사 내외 압력의 차이가 없음. 공기교환율을 일정하게 유지. 돈사의 폭과 길이가 12m 이상.
단점	유속의 균배를 이룰 수 없는 어려움.	틈새 등 철저히 밀봉하여야 작동 효율이 높음.	입배기 설계 시 전문지식 요구.

(6)돼지 시설 환기 분석

- 원치돈사(지붕환기)
- 개방식으로 사육하는 방식을 원치돈사라고도 한다. 현재는 악취 문제 때문에 무창식 돈사로 개조하고 있음.
- CFD 분석(컴퓨터 분석, 실험실)
- 예측되는 공기의 속도를 입력하여 공기의 흐름을 컴퓨터로 분석하는 기술.

- 공기흐름 분석(현장)
- 예측되는 공기의 흐름을 확인하고 실증하는 연막 분무 전경.
- (7)돼지 시설 악취 관리
- 돈사 배출 악취저감 장치
- 돈사에서 배출되는 악취를 저감하여 친환경 축산 구축.
- (8)양계 시설 환기 관리
- 환기요령
- 닭이 호흡을 하는 동안 kg당 한 시간에 739ml의 산소를 소비하고, 714ml의 이산화탄소를 발생해서 1kg당 소나 돼지 보다 산소소비량이 2.3배 많고, 이산화탄소 발생량은 2.2배 많다. 또 깔짚이 습해지면 암모니아가스를 발생하며 이는 더욱 생산성에 영향을 미친다.
- (9)양계 시설 환기 분석
- 공기흐름 분석
- 공기의 흐름을 예측하여 계사를 설계.
- 공기흐름 분석을 통한 계사 건축
- 예측되는 공기의 흐름 분석을 통한 배기팬 용량 설정 및 운전.
- (10)양계 시설 악취 관리
- 공기 배출(악취) 저감 장치
- 바이오커튼 설치를 통한 악취 배출 저감.

제14장 농축산ICT

*주요용어

- 축산시설(livestock facility) : 축산업에 관련한 모든 시설. 축사, 가공 시설, 유통 시설 따위를 포함한다.
- 가축사양(animal feeding) : 가축에게서 경제적인 생산물을 얻어 내기 위하여 적절한 방식으로 사육하는 행위.
- ICT(Information & Communication Technology) : 정보통신 기능을 통하여 가축에게 먹이를 주는 기술.
- 동물복지(Animal welfare) : 스톨이나 케이지와 같은 한정된 공간에 수용된 가축이 행동을 자유롭게 하면서 사육하는 것을 말한다.

1. 축산업의 현황

(1) 우리나라 축산업의 발전 현황

·70년대-생산성(양적 성장), 80년대-품질(질적 성장), 90년대-안전성, 2000년대-친환경, 2010년대-동물복지.

(2) 한·유우 시설 기술의 변화(인력→기계→반자동→자동화)

1980년대	1990년대	2000년대
·계류식우사+노천운동장 -환경오염 -사육환경 열악 -인력관리→노동력 과다 -손 착유(50~70년대) →기계 착유(바켓) →파이프라인 착유	·오수/분뇨법 시행(91년) -비가림 투광지붕·톱밥우사시설 이용 -투광지붕 이용으로 더위 스트레스 -톱밥우사 이용 분뇨처리 해결 -톱밥의 이용효율 저조 -착유실 착유(헤링본, 텐덤)	·자동화시설에 의한 노동력 절감 및 환경 개선 -지붕 및 벽 자동개폐 환기 -동물복지 고려한 환경개선 -로봇 자동화 착유시스템 -개체정보 정밀관리 시스템 -유기축산 고부가 우유 생산
인력식	기계화(반자동)	자동화→제어화

(3)양돈 시설 기술의 변화

1980년대	1990년대	2000년대
·파이프-보온덮개 돈사 -철재파이프 및 트러스 형태의 슬레이트 지붕 돈사로 변화 ·자연환기돈사 -ON/OFF 제어식 환기 ·시멘트 급이기 인력 급이 -사료급이시스템 국내생산 (오거식, 디스크식 급이기)	·유럽형 무창돈사시설 도입 ·ON/OFF 제어식 환기 -멀티-환기팬(속도조절형) 도입 ·사양기구 시설 해외 도입, 모방 ·파이프라인 자동급이, 급수기 ·스크레퍼 및 슬러리 돈사 보급	·무창돈사의 국산모델 보급 ·환경(환기)관리 자동화 ·멀티-팬 국내생산 ·한국형 사양시설 개발 ·동물복지형 사육시설 -임신모돈 군사사양장치 -분만돈 자동급이 -사료효율 측정기 등
인력식	기계화(반자동)	자동화→제어화

(4)양계 시설 기술의 변화

1980년대	1990년대	2000년대
·유창계사 -2~3단 A형케이징 보급 ·인력급이, 디스크와이어식급이기 국산화 보급 ·흡통 급수기 보급 ·인력집란, 소형선별기 ·인력 및 스크레퍼 계분 수거	·유럽모델의 무창계사 및 직립식 케이지 도입설치 시작 ·디스크케이틀식, 호퍼식, 평체인식등 자동급이시스템 보급 ·계란자동선별기 국산화 보급 ·계분반출 벨트시설	·무창계사 직립식케이징 생산 보급 ·친환경 산란계 사육 모델 개발 ·급이, 급수시설의 고급화 -니플, 급이기 등 ·대형선별기 및 자동포장기 보급
인력식	기계화(반자동)	자동화→제어화

2.축산에서의 ICT 활용

①환경관리

-내,외부 환경(온도, 습도, 정전, 화재, 풍속 등)의 센싱 모니터링.

②사양관리

-사육단계별 **사료자동급이기**(군사급이기, 자동급이기, 사료믹스급이기 등), **사료빈 관리기**, **음수관리기** 등의 자동·원격제어 가능한 ICT 융복합장비 등의 시설장비 포함.

③경영관리

-농장 생산성 분석.

3.ICT를 활용한 환경 및 사양관리

(1)축산 선진국과의 기술 비교

-우리나라는 미국 등 축산 선진국의 기술수준에 약 75% 수준, 기술격차는 5~6년 정도 차이가 남.

(2)기술 격차 해소 방안

-부서 간 협업연구 절대 부족(축산학+공학).

-전문 인력 양성>연구개발 자금 확보>정부지원 정책 개선>산학연 협력 활성화>정부지원 정책 개선>정보·인프라 확보>기술의 실용성 향상.

(3)가축 환경 관리

①한·유우시설

-우사 내 한·유우의 행동 관찰, 착유기의 이상 유무 등, **관찰 카메라는 360도 회전되는 카메라가 좋다.**

②양돈 시설

-CCTV를 통한 돈사의 환경 관찰, 돈군의 활동·분포 상태 확인.

③양계 시설

-농장 외부 방범 및 방역, 축사 내 동물 및 내부 상태 확인, 폐사축 관리.

(4)축사 화재 감지기

-화재 관리기에 의한 알람 발생.

(5)가축 사양관리

①한·유우시설

-급수장치, 송아지방 시설, 자동급이 장치, 밀사사육 금지.

②양돈 시설

-스톨 사육방식→군사형 사육방식, 임신돈 자동급이기(ESF), 분만돈 자동급이장치.

③양계 시설

-밀폐형(케이지 사육)→개방형(방사 사육, 다단식 방사 사육).

4.활용 방안

(1)가축 사양 통합관리

·스마트 관리

-축사 환경관리 플랫폼 기술, 가축 원격진료 플랫폼 기술, 사양관리 플랫폼 기술, 가축 모니터링 플랫폼 기술.

(2)통합 환경(환경+사양) 관리

·환경관리기 SH-200

-사료섭취량, 일당증체량, 화재감지기, 온도·습도센서, 음수량 측정, 사료빈 관리기 등 통합제어.

(3)분뇨처리 관리

-GPS를 통한 분뇨 이동 및 살포 확인 가능.

(4)차량 이동 이력추적 관리

(5)가축분뇨 통합 관리

(6)축사 ICT 전망

-태어나기 전 : DNA 관리를 통한 육종.

-사육기간 : 자동화 시설을 통한 데이터 분석 및 피드백에 의한 생산성 향상.

-사후관리 가능.

-소비자에 신선하고 깨끗한 고기 공급.

태어나기 전	살아가는 동안	사후
동물유전체시스템, 가축개량종합정보시스템, 교배계획시스템, 한우개량종합정보시스템.	통합관리시스템	도축관리, 저장관리, 이동관리, 축산이력시스템.
	사양관리, 원격진료, 질병관리, 농장경영관리, 초지관리, 전염병관리, 차량출입관리, 가축분뇨관리, 탄소배출량관리, 동물복지관리, 축사환경관리, 행동모니터링.	

제15장 스마트팜

*주요용어

- 축산시설 (livestock facility) : 축산업에 관련한 모든 시설. 축사, 가공 시설, 유통 시설 따위를 포함한다.
- 가축사양 (animal feeding) : 가축에게서 경제적인 생산물을 얻어 내기 위하여 적절한 방식으로 사육하는 행위.
- ICT (Information & Communication Technology) : 정보통신 기능을 통하여 가축에게 먹이를 주는 기술.
- 동물복지 (Animal welfare) : 스톨이나 케이지와 같은 갇힌 공간의 가축을 자유롭게 활동하게 하면서 사육하는 것을 말한다.

1.한·유우에서의 스마트팜

(1)낙농분야 기술 적용

·실시간 발정탐지기 : 태그형, 주입형, 이표형, 착용형.

(2)목걸이 타입

·목걸이 타입 센서태그 고도화 개발 및 주요기능

-온도감지 기능이 있으며, 자체 식별번호가 내장되어 있어 개체 인식 가능.

-배터리 내장형, 태그수명은 약 3~4년.

(3)축우용 이표

-귀를 뚫어서 장착.

(4)발정 징후 판단 방법

-통상적으로 발정 징후를 육안으로 관찰함(승가행동, 냄새를 맡고, 턱을 기댐).

(5)인공수정 적기 판정 요령

구분	발정 전	발정기	발정 후
시간	6~10	18	10
행동	다른 소의 냄새	울고 불안, 식욕 감퇴, 보행수 증가	정상상태
승가	승가, 허용 시작	허용	하지 않음
음순	붉게 충혈, 붓기 시작	훨씬 더 붉어지고, 많이 부음	혈흔 가능성
점액	다량의 묽은 점액	점도가 매우 높은 점액	아주 적고 약간 탁함
길이	5~10cm	35~65cm	5~20cm

(6)해결방안

-전자인식에 근거한 종합적인 자동화의 해결방안 제시.

-우군에 대한 종합적 관찰 가능.

-단순히 마우스를 클릭함으로 각 개체별 관리 가능.

-특별관리가 필요한 개체에 대해서 추가적인 관심만 필요.

→좀 더 효율적인 수정, 질병의 적시 발견.

2.양돈에서의 스마트팜

(1)ICT 장비 적용 시설

위치	농장사진	작업내용	IT적용범위
임신사 (후보사, 번식사, 교배사)		교배 계획, 발정 체크, 교배 실시, 임신 진단 백신 접종, 사료 관리, 음수관리, 모돈도폐사관리, 돈방 환경 관리(온도, 습도, 조도, 정전, 환기량등)	양돈생산관리프로그램(스마트폰), 임신돈군사급이기 모돈발정체크기, 모돈자동급이기, 네트워크CCTV, 음수관리기, 사료빈관리기, 악취절감기, 냉난방기, 돈사환경관리기등
분만사		분만 관리, 포유자돈 관리, 백신 접종, 포유자돈 이유, 자돈폐사관리, 사료 관리, 음수관리, 돈방 환경 관리(온도, 습도, 정전, 조도, 환기량등)	양돈생산관리프로그램(스마트폰), 모돈자동급이기, 보온등관리기, 네트워크CCTV, 음수관리기, 사료빈관리기, 악취절감기, 냉난방기, 돈사환경관리기등
자돈사 (베이비하우스)		백신 접종, 사료 관리, 음수관리, 자돈이동관리, 폐사관리, 돈방 환경 관리(온도, 습도, 정전, 환기량등)	양돈생산관리프로그램(스마트폰), 사료믹스급이기, 보온등관리기, 네트워크CCTV, 음수관리기, 사료빈관리기, 악취절감기, 냉난방기, 돈사환경관리기등
육성사 (육성사, 비육사)		백신 접종, 사료 관리, 음수관리, 폐사관리, 출하 관리, 돈방 환경 관리(온도, 습도, 정전, 환기량등)	양돈생산관리프로그램(스마트폰), 사료믹스급이기 돈선별기, 네트워크CCTV, 음수관리기, 사료빈관리기, 악취절감기, 냉난방기, 돈사환경관리기등
농장내외부		분뇨장, 음수관정, 농장내외부 안전점검	네트워크CCTV, 외부 기상대(온도, 습도, 풍향, 풍속)

(2)모돈 군사급이기

-동물 행동학을 기초로 개발한 제품, 행동을 자유롭게 하면선 사료를 급여하는 특징.



스틀 사육 방식



군사형 사육방식

* ESF : Electronic sow feeding

(3)포유돈 자동급이기

-농장주가 가장 선호하는 장치(사료허실 방지).

-모돈 체형에 따른 사료섭취량 조절(13kg 전후 급여).

(4)기록 관리

(5)모돈 급이기의 장점

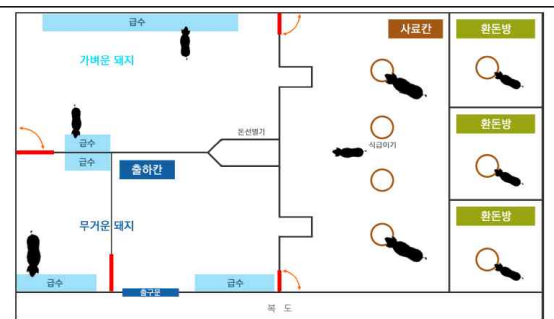
-모돈이 사료를 먹고자 할 때만 전자식 자동 급여.

-청소노동력 절감 및 청소 간편.

-사료 허실 방지.

-기록에 의한 돼지 관리.

(6)출하돈 선별기...3,000두 이상 되어야 효율적으로 장비를 이용할 수 있음.



-출하 전 절식 문제 해결.

-규격돈 출하 선별.

-돈사 내 구조 변경 없이 손쉽게 설치 가능.

-중·소형 농가 및 위탁 계열화 농가에 적합한 국내형 제품.

(7)출하돈 선별기의 장점

-기존 돈방의 보수를 통해 장비 설치 가능.

-작업자와 돼지의 스트레스 최소화와 작업 능력 향상.

-돈방 이용효율 증대 : 동시 출하.

-프로그램을 통한 체중 증체별 사료 교체를 예측.

-정확한 계측 출하로 농가 생산성 향상.

(8)출하돈 선별기 기능

-균일 성장 관리 시스템 : 체중 편차 최소화.

-체중별 그룹 관리 : 균일 성장 가능.

- 2방향 또는 3방향 분류 설치 가능 : 체중별 분류.
- 1대당 400~500두 분류 가능.
- (9)음수관리기...**체중에 비해 물을 많이 필요로 하고 섭취하는 시기는 어린 시기.**
- 음수관리기를 통한 돈사 재난 방지
- 음수관리기를 통해 누수 및 절수 감지, 스마트폰으로 경고음 전달.
- 음수관리기의 핵심기능
- 음수니플이 터졌을 때 1시간 이내 감지.
- 물이 없거나 순환모터가 고장 났을 때 감지.
- 관리자가 돼지에게 직수로 물을 주고 있는 건지 아니면 터진 건지 구분.
- 돼지가 갑자기 물을 많이 먹는 건지 진짜 터진 건지 구분.
- 야간에 물을 안 먹는 건지 물이 없는 건지 구분.
- 돈사 안의 물로 수세를 할 때는 경고음이 울리면 안됨(끄기 기능).
- 돈사별로 관리자 핸드폰 번호 추가 기능.

3.양계에서의 스마트팜

(1)양계 관련 주요 시스템

계사 환경감시 및 원격제어시스템 여름철 폭염과 겨울철 한파에도 에너지 절감 및 자동온도조절 장치로 양계농가의 피해를 최소화 할 수 있고 원격모니터링 및 제어가 가능해 양계농가의 경쟁력을 강화할 수 있는 시스템 <table border="1"> <tr> <td>모니터링</td><td>영상실시간 모니터링, 센서데이터 실시간 모니터링</td></tr> <tr> <td>적용센서</td><td>온도, 습도, CO2, 암모니아, 조도, 유량계</td></tr> </table>	모니터링	영상실시간 모니터링, 센서데이터 실시간 모니터링	적용센서	온도, 습도, CO2, 암모니아, 조도, 유량계	아크/화재 감시 시스템 기후변화에 맞는 양계경쟁력 강화의 일환으로 축사(계사) 전력차단으로 인한 한기 팬 작동불능으로 집단 폐사가 발생하지 않도록 정전 발생시 즉시 통보해 주는 재난감시 (정전통보 시스템, 전력차단알림시스템) 시스템 <table border="1"> <tr> <td>모니터링</td><td>영상실시간 모니터링(옵선), 화재, 침입, 정전통보, 센서모니터링</td></tr> <tr> <td>적용센서</td><td>아크감지센서 (불꽃감지센서), 온도센서, 정전센서</td></tr> </table>	모니터링	영상실시간 모니터링(옵선), 화재, 침입, 정전통보, 센서모니터링	적용센서	아크감지센서 (불꽃감지센서), 온도센서, 정전센서
모니터링	영상실시간 모니터링, 센서데이터 실시간 모니터링								
적용센서	온도, 습도, CO2, 암모니아, 조도, 유량계								
모니터링	영상실시간 모니터링(옵선), 화재, 침입, 정전통보, 센서모니터링								
적용센서	아크감지센서 (불꽃감지센서), 온도센서, 정전센서								
전력차단 알림시스템 기후변화에 맞는 양계경쟁력 강화의 일환으로 축사(계사) 전력차단으로 인한 한기 팬 작동불능으로 집단 폐사가 발생하지 않도록 정전 발생시 즉시 통보해 주는 재난감시 (정전통보 시스템, 전력차단알림시스템) 시스템 <table border="1"> <tr> <td>모니터링</td><td>영상실시간 모니터링(옵선), 정전통보, 센서모니터링</td></tr> <tr> <td>적용센서</td><td>정전센서, 정전통보시스템, 비상발전기, (옵선: 각종 환경센서)</td></tr> </table>	모니터링	영상실시간 모니터링(옵선), 정전통보, 센서모니터링	적용센서	정전센서, 정전통보시스템, 비상발전기, (옵선: 각종 환경센서)	계사 센서모니터링 시스템 계사별 설치된 센서데이터를 스마트폰을 통해 실시간으로 확인할 수 있고 각 측정데이터는 웹서버로 전송되어 누적된 데이터 분석을 통해 사육환경 개선 및 운영에 이용될 수 있도록 가공/그래프 조회 등이 가능한 로거 시스템 <table border="1"> <tr> <td>모니터링</td><td>센서 데이터 실시간 모니터링</td></tr> <tr> <td>적용센서</td><td>온도, 습도, CO2, 암모니아, 급수(유량계) 센서 등....</td></tr> </table>	모니터링	센서 데이터 실시간 모니터링	적용센서	온도, 습도, CO2, 암모니아, 급수(유량계) 센서 등....
모니터링	영상실시간 모니터링(옵선), 정전통보, 센서모니터링								
적용센서	정전센서, 정전통보시스템, 비상발전기, (옵선: 각종 환경센서)								
모니터링	센서 데이터 실시간 모니터링								
적용센서	온도, 습도, CO2, 암모니아, 급수(유량계) 센서 등....								

- 양계현장 환경감시와 영농일지의 통합→DB 활용과 정보공유로 생산성 및 품질 향상
- 양계농가에서도 우수한 품질의 육계 및 계란을 생산하기 위해 온도와 습도, CO₂, 조명 등을 고도의 정보기술(IT)로 제어.
- 스마트폰 애플리케이션, 인터넷 등을 통해 농업 관련 정보를 교환하고, 농업기술센터 등과 원활한 상담 지원 등.

(현)양계농가의 시스템		한계 및 미래 발전방향
양계장 자동화시스템 ◆온도,물,사료 자동화시스템 ◆온도조절 환기(냉.난방 제어시스템) ◆계란자동선별, 무인방역시스템 등..	자동화	스마트 자동화 시스템 ◆현장 자동화시스템에서 실제 운용된 데이터를 웹서버로 전송 체계적인 DB로 구축 (일일 사료/음수량, 온.습도, CO2, 외부온도 등)
환경감시 및 원격제어 시스템 ◆온도.정전 통보시스템 ◆스마트폰 원격제어시스템 ◆축사 CCTV 카메라 보안시스템	환경.감시	통합 스마트폰 원격제어 - 데이터 연동 ◆스마트폰으로 원격에서 영상/센서값 확인 및 환기, 냉.난방 제어가 가능하며 관련된 모든 데이터는 웹으로 연동되어 DB화
사육정보 및 관리일지 ◆일지 및 의무기록양식이 수기로 작성되고 있어 정상적인 작성 및 관리/감독이 안됨. ◆체계화된 DB가 없어 형식적인 기록에 그치거나 보관/관리/분석의 어려움이 큼	정보화	통합 인터넷 양계운영시스템 (ICT 융합) ◆농장 센서데이터DB + 인터넷 일지 DB ◆기간별, 분리별 조회 및 분석/통계, 보고서 작성 ◆기관회원이나 전문가그룹과의 전문정보 공유

- 양계산업과 IT가 융·복합될 수 있는 최첨단 양계시스템 도입이 불가피.

(2)시스템 개념



(3)실시간 관리



(4)농장 데이터 활용

·농장 데이터 활용 영역(농장주, 농장장, 농장직원 수준의 기능)

-월별/일차별 온도 변화 감시 기능.

-사료빈 모니터를 통한 일별 사료섭취량 감시 기능.

-정전 발생 시 즉각적인 알람기능.

-각 계사의 실시간 온도, 습도 감시 기능.

(5)환경 관리

-온·습도, CO₂ 값에 따라 농장시설(환기팬, 냉·난방기 등) 자동 제어(특정시간 사료급이 등 가능).

-온·습도, CO₂ 데이터 웹서버로 10분마다 전송, DB 저장.

-온·습도, CO₂ 안전 범위 설정→이상 발생 시 경보.

-이벤트 발생정보 웹으로 전송→발생이력 DB 저장.

4.활용 방안

(1)ICT 데이터 활용





(2)통합 시스템 개념

- 발전된 ICT 기술을 조합원농장에 적용.
- 실시간 모니터링을 통해 닭의 건강상태를 최적으로 유지하도록 지원.
- 각 농장데이터의 분석에 따른 맞춤형 컨설팅 지원→생산성 향상.
- 관계 센터를 통해 실시간 질병과 재난을 예지 및 경보.

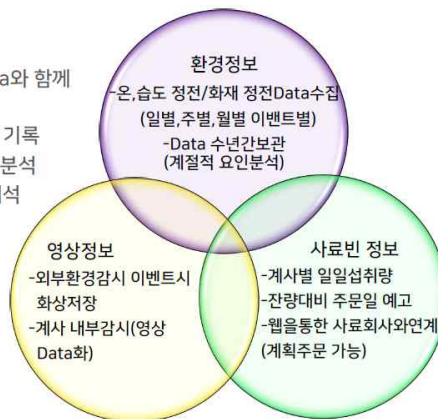


(3)데이터 활용 방안

▶ 전문가 집단을 위한 기본 S/W 구성

- ▶ 환경이상 발생시 CCTV영상을 환경 Data와 함께 DB서버에 기록
- ▶ 주기적 동방별 CCTV 영상을 DB 서버에 기록
- ▶ 계사별 온,습도 변화에 따른 사료 섭취량분석
- ▶ 계사별 환경지수 분석 사료섭취량관계해석
- ▶ 곡물 및 기타요인 별 사료섭취 파악

환경Data, 영상Data, 사료섭취Data를
분석 할 수 있고, 여기에 3D도면으로
건물 및 돈방 구성도와 계사구조를
확인 할 수 있다면...



(4)농장 생산성 향상

