

수의역학(獸醫疫學) 및 경제분석 (經濟分析)에 대한 모형작성(模型作成)

김기석* · 강영배* · 김종염**

제1절 개요(概要)

수의역학 및 경제분석에 있어서의 주요 문제중의 한가지는 하나의 가축집단(家畜集團 : livestock population)내에 있어서의 질병과정(疾病課程 : disease process)을 결정하는 여러가지 상이(相異)한 요인들 간의 관련성을 추산하는데 있다.

그와같은 관련성을 추산하는데에는 두 가지 접근방법 즉, 경험론적 접근방법(經驗論的 接近方法 : empirical approach)과 이론적 접근방법(理論的 接近方法 : theoretical approach)이 있다.

경험론적 접근방법이라는 것은 관찰(觀察 : observe) 및 감시(監視 : monitor)를 위하여 실제로 야외에 나가는 것을 포함하는데 반하여 이론적 접근방법은 조사대상이 되는 체계(體系 : system)가 어떻게 운영되고 있는지 그리고 어떤 한 가지 요인이 다른 요인에 미치는 영향을 연역하기 위한 시도 등을 포함하는 것이다.

후자의 접근방법은 조사대상이 되는 특정체계(特定體系 : particular system)에 대한 모형작성(模型作成 : modelling)을 필연적으로 포함한다. 모형이라고 하는 것은 체계를 대표하는 것이며 이것은 통제된 조건하에서 본 체계의 형태

와 의태(疑態 : simulation)되어질 수 있도록 허용하는 것이다. 공학(工學 : engineering)에 있어서 모형이라고 하는 것을 때로는 물리적인 것(예를들면 an aeroplane wing in a wind tunnel)인 반면 역학과 경제학에 있어서 모형이라고 하는 것은 변함없이 산술적인 것이다. 따라서 체계(체계 : system)라고 하는 것은 물리적 구조에 의해 대표성을 갖게되는 대신에 산술적 관련성에 의해 대표성을 갖게 되는 것이다.

두 접근방법간에 있어서의 차이는 간단한 예시에 의해 아주 잘 표현된다. 어떤 우집단(牛集團 : cattle population)에 있어서 출산되는 숫송아지(male calves)의 백분율을 정하여야 할 필요가 있다고 가정해 보자. 경험론자는 송아지중 표본집단을 선발하여 그들중 숫컷의 수를 셀 것이다. 이론적인 자는 빈우(牝牛)와 모우(牡牛)를 붙잡아서 그들의 번식체계를 검사하고서는 X염색체와 Y염색체의 정충이 같은 수로 생산되며 또한 거의 동등한 생존율(生存率 : viability)과 운동성(運動性 : motility)을 지니기 때문에 숫송아지의 비율이 약 50%가 될 것으로 연역할 것이다.

체계내 모든 상호작용들로부터 정확한 계산이 얻어진다. 이 값은 다음 예시에 의해 가장 잘 설명되고 있다. 어떤 질병에 의해 10%의 유생축이 죽게 되거나 어떤 다른 영향을 미치는 효과는 전

* 가축위생연구소

** 농촌진흥청 시험국

려없으면서 폐사시 대체축의 구매가 불가능하다고 가정해 보자. 그러면 우리는 손실된 성축의 취득가로서의 경제적 손실을 계산할 수 있다. 그러나 폐사가 발생되고 있을때 보다 많은 종축들이 동일한 사료자원으로 유지될 수 있기 때문에 이와같은 손실계산은 과대추산(過大推算 : over-estimate)이 될 것이다. 얼마나 많은 동물이 그 사료자원에 의하여 유지될 수 있는지를 계산한다는 것은 어려운 것이지만 그러나 모형은 이러한 효과(效果 : effect)를 고려해 넣어야 하는 것이다.

이 모형에는 4가지 동물범주(動物範疇 : categories of animals)가 있는데 즉, 종모축(種牡畜 : male breeding stock) 및 종빈축(種牝畜 : female breeding stock)과 그리고 성축으로 되었을때 축군으로 부터 분리판매되는 잉여(剩餘 : surplus) 또는 비육(肥肉 : fattening) 모축(牡畜 : male animals) 및 빈축(牝畜 : female animals)이다. 이들 각각의 동물범주에 대한 이유기와 성숙기 사이의 대체 종축을 축군내에서 발견해 낼 수 있다. 이 모형에 사용되는 매개변수들이 확인된 후에는 일반적으로 정적모형 작성을 위하여 다음과 같은 단계들이 요구된다.

1. 다음과 같이 매년 요구되는 대체 종축의 수를 계산한다.

- 종빈우의 수를 고정시킨다.
- 종모우의 수를 도출하기 위해 모우/빈우 비례를 적용한다.
- 이것에 의해 매년 요구되는 성숙종축의 수를 도출한다.
- 성숙 대체 빈축의 경우에는 불임으로 확인되는 것들로 인한 이들 동물의 백분율(%)를 고려하여 수정계수(修正計數 : correction factor)에 의해 그 수를 늘여야만 한다.

2. 다음과 같이 생산가능 대체종축의 최대수(最大數 : maximum number)를 계산한다.

- 연간 출산된 암수 송아지의 수를 도출하기 위해 적정 분만을 및 분만당 산자수를 적정 종빈축 범주에 적용시킨다.
- 연간 이유 송아지의 수를 도출하기 위해 적정 이유율을 적용시킨다.
- 성숙시까지 생존하는 암수 동물의 수를 도출하기 위해 적정 폐사율을 각각의 이유 대체 종축의 범주에 적용시킨다.
- 이 수치로 부터 종축으로서 남겨져야만 하는 각각의 암수 동물수를 도출하는데 요구되는 대체 종빈우 및 종모우의 수를 낸다.

3. 다음과 같이 취득(取得 : offtake) 및 축군구성(畜群構成 : herd composition)을 계산한다.

- 적합할 경우 성축 도달시 잉여분으로서 축군으로부터 분리 판매될 동물의 수를 도출하기 위해서는 (잉여분과 대체 종축간에 폐사율에 있어서의 변화량들을 고려할 수 있는)상대 수정계수(相對修正計數 : relevant correction factor)를 각각 암수의 이유동물 잉여두수에 적용시킨다.
- 각각의 이들 동물범주들에 있어서 동물들의 전체 취득량을 도출하기 위해서는 적정 도태율을 성숙종축에 그리고 불임 처녀우의 비율을 대체 성빈축의 수에 적용시킨다.
- 전체 취득량을 계산한다.
- 위의 계산으로 부터 축군내 각각 다른 범주의 동물수가 계산될 수 있다. 동물수는 합산될 수 있으며 백분율로서의 축군구성이 계산될 수 있다.
- 공식 $(12/I)Y$ 의 적정 변화량을 상대범주(相對範疇 : relevant category)내의 종빈우 두수에 적용 시키므로써 연간 전체산유량을 계산한다.
- 이상과 같이 개괄한 단계들은(생산년령의 빈축에 대한 다른 종축 부류의 비율면에서 축군구조를 한정된 것과 같이)보다 신속한 결과 도달을 위해 보다 복잡한 수학을 사용하는 그림 2 및 3에

서의 모형에 사용되는 실제단계(實際段階 : actual steps)에서는 정확하게 부합되지는 않으나 그 원리는 비슷하다.

모형은 더욱 더 전개될 수 있다. 가축단위면에서의 사료요구율을 4개 성숙범주의 각각에 대해 지정할 수 있으며 또한 폐사율에 대한 적정허용도를 주면서 무의 사료요구(no feed requirement)로부터 성숙시의 사료요구까지 직선형 성장(直線型 成長 : linear growth)을 추정함으로써 대체축을 위한 평균요구율이 계산될 수 있다.

육성축을 위한 평균사료 요구율은 성숙시 사료 요구율의 절반 미만인 경향인데 이는 보다 어린 동물 그룹 일수록 동물의 수가 많기 때문이다. 이제는 모형내에 지정되어 있지 않는 하나의 가축단위로 모형 전체를 표준화 할 수 있다. 따라서 한 가축단위의 요구율을 구성하는 각각의 초지량(草地量 : quantity of grassland)이나 또는 농후사료와 건초의 배합이 주어진 생산성 매개변수가 이용되는 축군에 적용될 수 있다.

이제 모형의 결과가 사료자원(飼料資源 : feed resource)의 한 가축단위에 대한 평균 가축조성(平均 家畜組成 : average combination of livestock)의 견지에서 주어지며 그리고 소득생산가(所得生產價 : value of output)가 그와같은 한 단위의 견지에서 지정된다.

이와같은 방법의 사용에 의해 이 모형은 어떤 축종(畜種 : species of livestock)에도 적용될 수 있다. 소위 말하자면 소와 염소의 사료자원 이용에 있어서 이들 각 가축의 효용성(效用性 : efficiency)을 비교할 수 있다. 더욱 나아가서 모형화되는 축군이나 계군이 한 지역(地域 : one geographical area)내에만 위치할 필요가 없으므로 동물이 한 지역에서 출산되어 다른 지역에서 육성되는 체계가 의태될 수 있다. 이 모형은 어떤 확률적요소(確率的要素 : potential variability)에 관해서는 아무것도 말해주지 않는다는 것을 의미한다. 그러므로 이 모형은 평균 매개변수에서의 변화(變化 : change)가 완만한 것으로

기대되는 국내 축군의 행태(行態 : behaviour)를 예측하는데 있어서 가장 유용하다.

보다 복잡한 상황에 있어서는 양쪽 접근방법 모두가 취약성(脆弱性 : weakness)을 가지고 있다. 만일 구제역(口蹄疫 : foot-and-mouth disease : FMD)이 지방병으로 유행하는 지역에 있어서 젖소(乳牛 : milk cows)에서의 FMD 백신 접종과 우유생산성 간의 관련성을 추정할 필요가 있다고 할때 백신접종 축군 및 비접종 축군의 표본집단내에서 단순히 유생산성을 측정하는 것만으로는 유용한 결과를 얻을 수 있을것 같지 않다. 이러한 이유는 우유 생산성이 FMD보다 또다른 많은 요인들에 의해 영향을 받기 때문이며 이러한 것들은 결과를 혼돈시키는 경향이 된다. 더욱 나쁜 것은 어떤 요인들은 구제역(口蹄疫 : FMD) 백신접종과 우유생산성 양쪽 모두에 관련되기 십상이라는 점이다.

예를들면 보다 관리상태가 좋은 농장을 보다 높은 우유생산량을 가지면서 FMD 백신접종도 시행하는 경향에 있을 것이다. 따라서 이러한 경우에 있어서 백신접종된 축군들에서의 보다 높은 우유생산을 백신접종에만 기인한 것으로 돌리는 것은 오류를 범하게 될 것이다.

우리는 FMD의 역학이나 또는 우유생산체계에 대한 완전한 양적이해를 결코 성취할 수 없을것 같기 때문에 이론적 접근방법이 매우 도움이 되지 못할 것 같다. 문제의 해결은 파악하고자 하는 체계의 부분들에 대하여 모형을 작성하여 관찰 및 실험에 의하지 않은 그들 상관성을 추정하는 것이다.

제 2 절 모형(模型)의 형태(形態)

수의역학(獸醫疫學) : veterinary epidemiology와 경제학(經濟學 : economics) 분야에 있어서 사용되는 모형에는 여러단계의 복잡성(복잡성 : complexity)을 내포하는 서로다른 기법(기법 : techniques)에 기반을 두고 있는 여러가지의

서로 다른 형태가 있다. 그러한 모형의 형태와 기법들을 총망라하여 기술한다는 것은 본 장에서 취급하고자 하는 범위 밖이다. 그리하여 우리는 질병에 대한 경제성검정(經濟性檢定 : economic assessment)에 있어서 특히 유용한 두가지 모형에 집중코자 한다. 지금 단계에서는 두가지 기본적인 특성에 대하여 확실히 해둘 필요가 있다.

모형은 동적(動的 : dynamic)이거나 또는 정적(靜的 : static)일 것이다. 동적모형은 일정한 시간에 있어서의 체계의 형태를 보여줄 것이며 반면에 정적모형은 그 체계가 궁극적으로 도달하고자 하는 평형(平衡 : equilibrium)을 재연하는 고정상태(固定狀態 : steady-state)의 상황(狀況 : situation)을 단지 기술할 뿐일 것이다.

우리의 목적(目的 : purposes)상, 평형이라 함은 생산(生産 : output)과 성장(成長 : growth)이 고정상태(固定狀態 : steady-state) 또는 상수가(常數價 : constant values)로 고착되었을 때의 상황으로 풀이 될 수 있다. 동적모형은 20년 간에 걸쳐 축군(畜群 : herd)에 의해 생산되는 우유(牛乳 : milk)의 1일 취득량(取得量 : offtake)을 나타낼 수 있을 것이며 반면에 정적모형은 그 체계(體系 : system)가 평형으로 고착되었을 때 생산될 수 있는 두당(頭當 : per head) 또는 가축단위당(家畜單位當 : per livestock unit) 1일 평균 산유량만을 나타내게 될 것이다.

동적모형은 일반적으로 정적모형보다 훨씬 더 많은 수치계산(數值計算 : computation)을 포함하며 따라서 이 모형의 효과적인 사용을 위해서는 대개 컴퓨터를 필요로 한다.

모형(模型 : models)은 또한 결정론적(決定論的 : deterministic)이거나 또는 확률적(確率的 : stochastic)이다. 결정론적 모형은 모든 변수가 평균치(平均值 : average values)를 가질 때 생길 수 있는 상황을 기술할 것이며 반면에 확률적 모형은 변수로 하여금 어느정도 확률분포(確率分布 : probability distribution)에 따라 일정 범위로 부터 여러개의 값을 가질 수 있도록 허용

한다.

예를들면 다음 공식에 의하여 송아지 100두에 있어서의 성비(性比 : sex ratio)에 대한 결정론적 모형을 만들 수 있다.

$$M=pN$$

$$F=(1-p)N$$

여기서, N=송아지 총두수(total number of calves),

M=숫송아지 두수(number of male calves),

F=암송아지 두수(number of female calves),

P=송아지가 숫컷일 확률(probability of a calf being male).

따라서 송아지 100두에 대해서는,

$$M=0.5 \times 100=50,$$

$$F=(1-0.5) \times 100=50$$

동일 체계(體系 : system)의 확률적모형(確率的模型 : stochastic model) 즉 이항분포(二項分布 : binominal distribution)에 근거를 둔 모형이 우리에게 다음과 같은 것을 알려 줄 수 있을 것이다. 숫컷의 수는 0으로부터 100까지의 범위에 있는 어느 수도 될 수 있는 확률이 있으며, 숫컷의 평균수는 다음의 표준오차를 가진 $pN=50$ 이 될 것이다.

여기서 우리는 100두 송아지로 구성된 어떤 표본에서도 숫컷의 수는 평균(平均 : mean)에 대한 2개의 표준오차(標準誤差 : standard errors) 범위(範圍 : range)내 즉, 40내지 60의 범위에 있음을 95%의 신뢰도(信賴度 : confidence)를 가지고 말할 수 있다. 따라서 확률적 모형은 우연에 의한 영향을 고려할 수 있으나 때로 상당히 산술적인 댓가(算術的代價 : computational cost)를 치루어야 한다.

확률적(確率的 : stochastic) 또는 우연(偶然 : chance) 요소를 모형에 도입시키는 일반적인 방법은 몬테-카알로(Monte-Carlo) 기법이다. 비록 여기 예시에 있어서는 사용하지는 아니하겠으나 이러한 기법은 대생적변수(對生的變數 : dichotomous variables)들에 관련될 때는 적용하

기가 대단히 간편하기 때문에 설명할만한 가치가 있을때 흔히 질병 모형작성(疾病 模型作成 : disease modelling)에서의 경우가 그러하다.

만일 어떤 모형이 개체빈우(個體牝牛 : individual cows)에 대하여 시험하고자 한다면 먼저 이들 빈우의 송아지가 숫컷 일런지 아니면 암컷 일런지를 결정할 필요가 있다. 왜냐하면 반쪽은 숫컷이고 반쪽은 암컷인 송아지를 도입시킨다는 것은 우스꽝스러운 것이 될 것이기 때문이다. 그 프로그램은 0과 1사이의 값을 가진 무작위수(無作爲數 : random number)를 발생시킬 것이다. 만일 그 무작위수가 송아지가 암컷일 확률보다 작으면 그 송아지는 숫컷일 것이요, 그렇지 않으면 그 송아지는 암컷일 것이다. 이러한 기법은 다른 많은 상황들, 예를들면 오늘 종부를 하계되면 빈우가 임신될 것인가? 또는 오늘 질병에 감염되어 동물이 죽게될 것인가? 만일 질병에 걸린다면 그 동물이 오늘 죽을 것인가? 등을 알아 보는데 적용될 수 있는 것이다.

제 3 절 수의역학(獸醫疫學) 및 경제분석(經濟分析)에서 사용되는 모형(模型)의 실례(實例)

우리는 이제 방역사업(防疫事業 : disease control activities)에 대한 경제성검정(經濟性檢定 : economic assessment)에 특히 유용한 두가지 모형을 기술하고자 한다. 이 가운데 첫번째 것은 축군에 대한 단순 동적모형(單純 動的模型 : simple dynamic model)이고 두번째 것은 일정조건하에서 사료자원(飼料資源 : feed resource)의 단위상 생산된 취득량(取得量 : quantity of off-take)에 대한 일련의 축군 생산성 매개변수(畜群 生産性 媒介變數 : herd productivity parameters)에 관련되는 정적모형(靜的模型 : static model)이 되겠다.

1. 축군 모형작성(畜群 模型作成)에 필요한

기본적인 매개변수(媒介變數)

축군 모형작성(畜群 模型作成 : herd modelling)에 필요한 주요 생물학적 매개변수(主要 生物學的 媒介變數 : main biological parameters)들은 폐사율(斃死率 : mortalities), 수정율(受精率 : fertility) 및 소득산출(所得產出 : output)에 관한 자료 등으로 구성된다.

폐사율(斃死率 : mortalities) 폐사율에 관한 자료는 통상 사망하는 비율(死亡率 : death rates)의 형태로 구성된다. 흔히 연령~특이 사망율(年齡~特異 死亡率 : age-specific death rates)이 사용되는데 이것은 어느 특정기간(대개 1년)에 있어서 특정된 연령의 범주(예를들면 0~1, 1~2, 2~3, 3~4, 4~5세 등)에서 발생하는 사망율을 말한다.

대안으로써 출산과 이유기간 사이의 기간중에 있어서의 송아지의 폐사율이나 이유와 성장기간 사이의 기간중에 있어서의 어린 종축에서의 폐사율 및 흔히 상이한 성숙연령 범주에서 상수(常數 : constant)로 주어지는 성숙에서의 폐사율등과 같은 상이한 연령범주가 사용되기도 한다.

때로는 보다 더 정확성이 요구되며 따라서 연령/성 특이 사망율을 사용하기도 하는데 이것은 어떤 생산체계(生産體系 : production system) 내에서는 폐사율이 동일연령 범주의 한쪽 성(性 : sex)에서 보다 높을수도 있기 때문이다.

생존율(生存率 : survival rates) 역시 흔히 사용된다. 만일 그 비율이 십진법(十進法 : decimal)으로 표현된다면 생존율은 <1~사망율>로 또는 백분율(百分率 : percentage)로 표현된다면 <100~사망율>로 표현하는 것이 명확하다.

수정율 매개변수(受精率 媒介變數 : fertility parameters) 수정율에 관한 자료는 보통 분만을(分娩率 : parturition rates)의 형태 즉, 예를들면 송아지 분만(calving), 자돈분만(farrowing), 새끼염소 분만(kidding) 등을 비율(比率 : rates)로 나타낸다. 이들은 보통 특정기간(대개 1년)내에 특정 빈축집단(牝畜集團 : population

of females)에서 발생하는 살아있는 새끼(live births) 출산의 수로 표현된다. 때로는 연령~특이 분만율(年齡~特異分娩率 : age-specific parturition)이 사용되기도 한다. 다산(多産 : multiple births)이 보통인 축종의 경우에는 분만당 산자수(産子數 : number of offspring)의 명시가 필요하기도 한다.

때로는 분만을 대신에 분만간격(分娩間隔 : parturition interval)의 견지에서 번식성적(繁殖成績 : reproductive performance)이 명시되기도 한다. 이것은 보통 분만과 다음번 분만간에 있어서의 평균기간 간격이라는 견지에서 표현된다. 단산(單産 : single births)이 정상적인 축종의 경우에는 연간 분만간격(年間 分娩間隔 : annual parturition rate)을 다음 공식에 의해 상호간으로 부터 유도해 낼 수 있다.

분만간격이 연(年)으로 주어질때, 연간분만을 =1/분만간격

분만간격이 일(日)로 주어질때, 연간분만을 = 365/분만간격

소득산출(所得産出 : output) 축군 모형에 사용되는 다음의 매개변수 범주는 가시적 산출량을 결정하는 것들이다. 이들은 흔히 판매, 도살 및 도태와 같은 취득(取得 : offtake)과 우유(牛乳 : milk) 또는 기타의 젖, 양모(羊毛 : wool) 또는 기타의 털 및 계란(鷄卵 : eggs) 또는 기타의 알 등과 같은 소득(所得 : yield)의 형태로 명시된다.

취득(取得 : offtake)는 질병에 기인한 폐사 및 절박도살을 제외한 다른 모든 이유 때문에 축군이나 계군으로부터 동물을 제거해내는 것을 말한다. 흔히 도태와 잉여동물의 판매간에 뚜렷한 구별을 짓는데 매개 도태는 도살을 위해 늙거나 또는 비생산적인 동물의 판매를 언급하는 것이다. 취득이란 가축 생산자에 의해 외적환경에 따라 다변할 수 있다. 취득과 도태 양쪽 모두 역시 비율의 형태로 표현될 수 있으며 매개 연령 및 성(性 : sex)범주를 사용해서 계산될 수 있다.

소득(所得 : yield)은 어떤 다른 매개변수(예를 들면 분만당 비유량에 관해서 주어지거나 또는 특정년령/성 범주를 위한 연간 생산량의 견지에서 주어진다. 착육동물의 평균년간 유량은 공식 $(12/I)Y$ 로 부터 유도되며 이때 Y는 동물의 특정범주에서의 평균비유량이고 I는 개월(개월)로써의 송아지 분만간격이다. Offtake와 yield의 값은 산출고 자료에 가격을 적용시킴에 의해 결정된다. Offtake에는 보통년령/성 범주에 관해서 가격이 주어지며 반면에 yield에는 생산된 적정상품 단위당의 견지에서 가격이 주어진다.

일단 이상의 조변수들이 결정되어졌다면 구체적인 계획을 위한 기본형태를 작성하기 위해서 축군이나 또는 계군의 구성이 규정되어야 한다. 이것은 보통 각 연령/성 범주내 동물의 수를 규정하거나 또는 정해진 범주에 대한 목표의 설정을 내포한다. 후자의 경우에는 이들이 동물의 수(예를 들면 100두의 중빈우) 또는 비례(예를 들면 빈우 : 모우의 비례)로서 표현된다.

2. 동적 축군 모형(動的 畜群 模型)

동적 축군 모형(動的 畜群 模型 : dynamic herd models)을 유도해 내는데 필요한 매개변수(媒介變數 : parameters)간의 관련성은 다음의 예에서 기술되고 있다.

이 모형의 작성에 필요한 매개변수들은 각 연령 그룹에 대한 폐사율과 분만율이다. 각 그룹에 대한 생존율은 1~연령 그룹에 대한 폐사율과 분만율이다. 각 그룹에 대한 생존율은 1~연령~특이 폐사율로써 계산된다. 대부분의 축군 모형에서와 같이 1년간 기대되었던 바의 생존율 및 출산수를 계산하는데 사용되었던 매개변수들이 문 제시 되는 연도의 시작시에 적당한 연령/성 범주내 있는 동물의 수에 적용된다. 이것은 다음년도 를 위해 소득출산표(所得産出表 : output table)에서 보여주게 되는 연도말 계수(年度末 計數 : end-of year figure)를 발생시킨다.

이제 우리는 제2차년도에 대한 1~2세 연령 그

룹내 미성숙 빈축의 수를 계산할 수 있다. 이것은 1차년도에 대한 0~1세 연령 그룹내 수를 0~1세 연령그룹에 대한 생존율로 곱한 것이 될 것이다. (예를들면 $0.92 \times 30 = 27.6$) 27.6두의 동물은 실제상 없기 때문에 보통 소숫점 이하는 반올림하게 된다.

모든 다른 연령 그룹에도 똑같은 과정이 적용되나 다만 예외적으로 2차년도에 10세 이상의 연령 그룹내로 들어갈 때는 그 수가 1차년도 9~10세 그룹내의 동물수에 생존율을 곱한 것과 1차년도 10세이상 그룹내의 동물수에 생존율을 곱한 것을 합한 것으로 한다.

다음으로 우리는 1차년도 내에서 태어난 송아지의 수를 계산할 필요가 있다. 이것은 3~4세 연령 그룹부터 시작해서 각 연령 그룹내의 빈우수에 각 그룹별 분만율을 곱한 것의 합계가 된다. 송아지의 반(半)은 숫컷일 것이므로 이들은 1차년도에 대한 표(表 : table)의 바닥에 있는 공간(空欄 : box)에 삽입되어야 하며 나머지 반은 2차년도에 대한 공간내에 삽입될 암컷이 될 것이다.

이러한 과정은 필요한 만큼의 많은 햇수동안 축군구조(畜群構造 : herd structure) 및 숫송아지 생산을 계산하는데 반복될 수 있다. 이 과정은 또한 다른 축종(畜種 : animal species)의 축군 및 계군구조를 모형작성 하는데도 역시 사용될 수 있으며 이 모형(모형 : model)에는 몬테-카알로(Monte-Carlo)기법을 적용함으로써 확률적 기본요소(確率的 基本要素 : stochastic element)가 주어질 수도 있다.

모형을 더욱 확장하여 도태율, 숫송아지의 비육, 우유생산 및 기타 많은 다른 요인들을 내포시킬 수 있다. 예를들어 만일 우리가 4세 이상의 연령 그룹들에 있어서 연간 10%(0.1)의 도태율을 포함시키기 원한다면, 2차년도에서 5~6세 연령 그룹내 동물수는 1차년도의 4~5세 연령그룹내 동물의 수 $\times [1 - (\text{폐사율}) + \text{도태율}]$ 즉, $18 \times [1 - (0.05 + 0.10)] = 18 \times 0.85 = 15.3$ 또는 15마

리가 될 것이다.

3. 축군모형(畜群模型)내 질병(疾病)의 영향(影響) 반영(反映)

동적축군모형(動的畜群模型 : dynamoic herd models)은 유관(有關 : with)한 것과 무관(無關 : without)한 것에 근거를 두고, 수정율(受精率 : fertility) 감소(減少 : reduction)와 같은 몇가지 질병손실의 동적효과(動的效果 : dynamic effect)를 허용한다는 점에서 유용하다. 또한 이들은 가축의 생산성증진을 위하여 고안된 측정효과(測定效果 : effects of measures)를 의태 시키는 데 있어서도 유용하다.

예를들면 각각 다른 연령/성 범주에 있어서 증가된 폐사율, 증가된 도태율, 감소된 산유량, 감소된 분만율 등을 적용함에 의해서 축군내 질병 발생의 영향(영향 : effect)을 모형화 할 수 있다. 이러한 모형을 사용하기 위해서는 우리는 각종 생산성 매개변수에 대한 질병의 영향을 결정할 필요가 있다.

일단 이것이 이루어지면 우리는 소득생산(所得生産 : output)에 미치는 질병의 충격을 모형화 할 수 있다.

이것은 직접적으로 소득생산(所得生産 : output)에 대한 효과를 관찰하기 위한 시도보다는 훨씬 용이하다. 생산성 매개변수들에 대한 질병이 영향에 관한 정보는 조사(調査 : survey)나 또는 실험(實驗 : experiment)으로 부터 얻어질 수 있다.

일반적으로 질병의 영향(疾病 影響 : effect of disease)은 감염동물에 대한 매개변수가(매개변수가 : parameter values)의 차이로 표현되는바 예를들면 구제역(口蹄疫 : FMD)에 감염된 육성축은 성축으로의 도달에 3개월이 지연되는 손실을 받을 것이다. 기본적인 매개변수가는 대개 질병에 이환되어 있는 상황에서 추산된다. 따라서 우리는 질병의 발생이 0일때의 평균 매개변수가를 계산할 필요가 있으며 그렇게 함으로써 이

러한 모형은 질병상황 유무에 관계없이 계속 유효하며 소득생산가를 비교할 수 있는 것이다.

일반공식은 $A=A_0 \pm Er$ 이다.

여기서, A =질병과 유관한 평균 매개변수가

A_0 =질병과 무관한 평균 매개변수가

E =매개변수에 대한 질병의 영향

r =질병의 이병율(罹病率 : incidence)

방정식에 사용된 부호(符號 : sign)는 질병의 영향에 의하여 평균 매개변수가 증가될 것인가 또는 감소될 것인가에 달려있다.

예시 : 만일 15%의 트리파노소마병(trypansomiasis) 감염율을 가진 한 우군집단(牛群集團 : cattle population)에 있어서 가축의 평균 성숙년령이 3.8세이고 또한 이 병에 의한 결과가 성숙년령 도달에 0.5년 지연되는 것으로 계산되었다면 트리파노소마병(trypansomiasis)이 없었을 시의 평균 성숙년령은,

$3.8 - 0.5 \times 0.15 = 3.725$ 세가 될 것이다.

대부분의 우군 모형들은 수정율 매개변수로서 분만율을 사용하나 질병의 영향은 흔히 분만간격의 확장(擴張 : extension)으로서 표현된다. 그와같은 조건하에서는 질병의 영향을 계산하기 전에 송아지 분만율을 평균 송아지 분만간격으로 전환시킬 필요가 있다.

이것은 다음의 공식에 의해 이루어진다.

분만간격(分娩間隔 : calving interval) = $1 /$ 분만율(分娩率 : calving rate)

예시 : 브루셀라병(brucellosis) 감염축군에 있어서는 임신우의 2%가 궁극적으로 유산하는 것으로 추산된다. 이 병과 관련된 분만율은 80%이다. 이 병과 무관한 분만율은 다음과 같이 계산된다.

분만간격(分娩間隔 : calving interval) = $1 / 0.8 = 1.25$.

평균 분만간격(平均 分娩間隔 : mean calving interval) = $A - A - Er = 1.25 - 1 \times 0.02 = 1.23$,

이 질병과 무관한 분만율(calving rate without disease) = $1 / 1.23 = 0.813$ 또는 81.3%

폐사율과 도태율에 관련된 질병의 영향은 단순히 상가적(相加的 : additive)이다. 따라서 만일 어떤 질병이 감염동물에서 5%의 폐사율을 야기시키는 것으로 추산되며 또한 연 20%의 발생율을 가진다면 전체집단(全體集團 : whole population)에서 야기될 수 있는 연평균 폐사율은, $0.05 \times 0.2 = 0.01$ 또는 1%가 될 것이다.

만일 그 축군에 있어서 각종 모든 요인에 의한 폐사율이 매년 5%라면 이 병과 무관한 폐사율은 $5\% - 1\% = 4\%$ 가 될 것이다.

4. 정적 축군 생산성 모형(靜的 畜群 生産性 模型)

동적 모형에 있어서 주된 문제점은 그것이 동물 개체당(動物 個體當 : per animal basis) 소득생산(所得生産 : output)을 고려한다는 것이다. 이것은 우리가 현재의 생산성에 대한 질병의 영향을 결정하고자 할때에 난처하게 된다. 왜냐하면 모형내 각종 매개변수들이 질병의 영향에 의해 변환됨으로써 이 모형은 축군의 규모(規模 : size) 및 구조(構造 : structure)를 바꾸기 때문이다. 따라서 시간에 맞추어 동일관점에서 질병에 관련된 결과와 관련되지 아니한 결과를 비교하기는 어려운 일이다. 왜냐하면 집단구조(集團構造 : population structure)가 상이하기 때문이다.

이 문제는 종축으로의 대체가 필요치 않은 모든 동물이 그들이 성숙으로 도달 즉시 축군으로부터 분리판매 되도록 함으로써 대상축군을 0의 성장율을 가진 평형상태로 가정하는 정적모형(靜的模型 : static models)의 사용에 의해 극복될 수 있다.

이 또한 이 모형은 평형상태에서 그 체계가 모든 이용 가능한 사료자원(飼料資源 : feed resource)을 사용할 것으로 추정되며 따라서 이러한 경우 축군구조와 생산성은 일련의 매개변수들에 의해 수반되어진다. 모형내에서의 관련성은 어느 축종(畜種 : species)에도 진정한 것으로

보여 질수 있으며 따라서 우리는 일정한 조건(一定條件 : certain conditions)들이 지속적으로 진정된 것이라면 절대적인 확신을 가지고 어떠한

생산성 매개변수에 있어서의 취득가(取得價 : offtake values)에 대한 변화효과(變化效果 : effect of a change)도 추론할 수 있다.

소화기질병 전문예방 치료제

스티뮤렉스[®]

STIMULEX

스티뮤렉스는 Denmark의 BIOFAC 회사가 특수한 공법으로 개발한 순수한 제 1 위 내용물 추출제제입니다.

송아지 설사의 예방과 성장촉진효과

어린 송아지에 스티뮤렉스를 투여하면 설사 발생율을 96%나 감소시키며 제 1 위가 발달하게 되어 영양소의 소화흡수율을 증가시키므로 증체량이 20%이상 증가됩니다.

농후사료 과량급여로 인한 소화기 질병의 예방, 치료

농후사료 과량급여로 인한 식체, 소화불량, 고창증, 과산증, 식욕부진 등의 소화기질환을 탁월하게 예방, 치료하며 유량을 10%나 증가시킵니다.

소의 질병치료시 보조요법 및 도입우에서 효과

질병치료시 치료약품과 병용하여 투여하면 제 1 위의 기능이 활발해져 회복이 빨라지고 도입우에서도 이동, 사양환경의 변화로 인한 스트레스를 예방하여 식욕이 좋아지고 빨리 환경에 적응하게 됩니다.

스티뮤렉스의 놀라운 효능은 결코 모방할 수 없습니다



한풍산업주식회사

HAN POONG INDUSTRY CO., LTD

서울특별시 영등포구 신길동 1351-3 (천록빌딩 7층)

TEL 845-1171/4

* 본사 학술부로 연락주시면 스티뮤렉스에 관한 기술자료를 보내드립니다.