



▲ **그림 53.11.** 남아프리카의 크루거 국립공원에서 아프리카 코끼리 개체군의 지수적 성장

로 표기한다. 지수적 개체군 성장의 수식은 다음과 같다.

$$\frac{dN}{dt} = r_{max}N$$

일정한 비율로 지수적 성장을 하는 개체군의 크기를 시간의 경과에 따라 그려보면 결국 J형 성장곡선(J-shaped growth curve)을 이루게 된다(**그림 53.10**). 비록 내재성 증가율은 일정하지만 개체군은 크기가 작을 때보다 클 때 단위 시간당 더 많은 새로운 개체들이 생겨나게 된다. 그리하여 **그림 53.10**에서 보는 것처럼 시간이 지남에 따라 점점 더 가파른 곡선을 그리게 된다.

이 결과는 개체군 성장이 r_{max} 못지않게 N 에 종속적이라는 점을 보여주며, 이는 보다 큰 개체군은 작은 개체군보다 동일 단위로 더 많이 출생(그리고 사망)하기 때문이다. 또한 **그림 53.10**에서 보는 것처럼 한 개체군의 내재성 증가율이 높은 것($dN/dt = 1.0N$)이 낮은 것($dN/dt = 0.5N$)보다 더 빨리 성장하는 것을 알 수 있다.

지수적 성장의 J형 곡선은 새로운 환경이거나 충족되지 않은 요소나 어떤 돌변적인 사건으로 말미암아 개체수가 격감한 환경에서 그 반작용으로 개체수가 급격히 늘어나는 개체군의 특성이 된다. 예를 들면, 남아프리카의 크루거 국립공원(Kruger National Park)에서 사냥으로부터 보호받게 된 코끼리 개체군의 지수적 성장을 나타낸다(**그림 53.11**). 약 60년간 지수적 성장이 일어난 후 많은 수의 코끼리는 공원의 식생을 파괴시키는 원인이 되었으며, 따라서 코끼리 먹이 공급경로가 막히고 굶주림으로 인하여 개체군 성장은 멈추게 되었다. 이 일이 일어나기 전에도 공원 관리자들은 공원 내의 다른 종들과 공원생태계를 보호하기 위하여 코끼리의 출생을 조절하고, 다른 나라로 코끼리를 수출하는 방법으로 개체군의 증식을 제한하였다.

개념 확인 문제 53.3

1. 한 개체군에서 내재성 증가율(r_{max})은 일정히 유지되는데, 성장곡선은 왜 직선형이 아닌 J형을 나타내는 설명하라.
2. 한 식물 개체군에서 지수적 생장이 일어나기 쉬운 곳은 새로 형성된 화산 섬과 잘 성숙되고 교란되지 않은 우림(rain forest) 중에 어느 쪽일까? 그 까닭은?
3. **WHAT IF?** 2006년도에 미국의 인구는 3억을 돌파하였다. 만일 인구 1,000명당 14명의 출산과 8명의 사망이 존재한다면 순증가율은 매년 어떻게 나타날 것인가(유입자와 유출자를 제외함)? 미국은 지수인구 성장을 하고 있는지 생각해 보고 이를 설명하라.

(정답은 부록 A 참조)

개념 53.4

로지스틱형 성장 모형은 개체군 성장이 환경수용력 근처에서 완만한가를 기술하고 있다

지수적 성장 모형은 현실적으로 이 세상에 결코 있을 수 없다. 개체군 밀도(population density)가 증가함에 따라 각 개체들은 자원 부족에 직면하게 된다. 그러므로 궁극적으로 한 서식지를 차지할 수 있는 개체수에는 한계가 있다. 생태학자들은 이를 **환경수용력**(carrying capacity)이라 하며, K 라는 부호로 표현한다. 그리고 이를 특정 환경이 수용할 수 있는 개체군의 최대 크기로 정의한다. 환경수용력은 고정된 것이 아니고 한정요인이 되는 자원의 풍요도에 따라 시공간적으로 변한다. 에너지, 은신처, 포식자로부터의 도피처, 토양 비옥도, 물, 그리고 적당한 보금자리 등은 모두 한정 요인이 될 수 있다. 예를 들어, 박쥐에 대한 환경수용력은 날아다니는 곤충들이 많이 모여 사는 서식지에서 더 높을 것이지만, 많은 먹이가 있더라도 적당한 피신처가 거의 없는 서식지에서는 낮아질 것이다.

많이 모여들고 자원이 제한적인 것은 개체군 성장률(population growth rate)에 심대한 영향을 미친다. 만약 개체들이 생식을 위한 충분한 영양을 얻지 못한다면 개체당 출생률(b)은 감소할 것이다. 만약 이들이 자신의 삶을 위한 충분한 에너지를 소비할 곳을 찾지 못한다면 소비하지 못한다면 개체당 사망률(d)은 감소할 것이다. b 의 감소나 d 의 증가는 개체군의 개체당 증가율, r 을 낮추는 결과를 초래하게 된다.

로지스틱형 성장 모형

우리는 수학적 모형을 성장률의 변화를 도입하여 개체군의 크기가 환경수용력에 근접하도록 변형시킬 수 있다. **로지스틱형 개체군 성장**(logistic population growth) 모형에서 개체당 증가율은 환경