

신문고지와 볏짚의 혼합이 포장 트레이의 물성에 미치는 효과

안 병 국

신성전문대학 산업포장과

Effects of Mixing of Recycled Newspaper and Rice Straw on Physical Properties of Packaging Trays

Byoung-Kuk Ahn

Dept. of Industrial Packaging, Sinsung Junior College

Abstract

Packaging trays were manufactured with recycled newspaper and rice straw to investigate the effect of mixing ratio of rice straw pulp on physical properties of the trays. The apparent density of the trays increased gradually with increasing mixing ratio of rice straw pulp and the bursting strength increased at the mixing ratio of above 40%. The results showed that the trays made from 100% rice straw pulp had the highest bursting strength and the trays with the mixing ratio of 20% and 100% had high compression strength. The air resistance of the trays decreased with increasing mixing ratio until 80%. As the mixing ratio of rice straw pulp in the trays increased, L value in color decreased and b value increased.

1. 서 론

트레이 포장에는 펄프폴드, 판지, 플라스틱, 알루미늄박 등의 강성재료가 사용되어 왔으며, 이 중 펄프 트레이는 식품포장분야에서 그간 주로 계란용 트레이, 과채류용 트레이, 육류 및 어류용 트레이 등으로 활용되어 왔다. 일반적으로 상업화되어 있는 펄프성형 포장재는 고지펄프를 주원료로 제품의 용도에 따라

성형, 건조하여 제품화한 포장재이며 폐신문지나 폐골판지, 폐우유팩 등이 고지펄프의 주된 소재로 사용된다¹⁾. 그러나, 펄프원료로서 고지 소재는 문화수준이 향상되고 산업발달이 급격히 진행되면서 그 사용이 꾸준히 증가되는 추세에 있으며 해외로부터의 고지자원의 안정적 확보가 새로운 과제로 부각되고 있다. 따라서 이와 같은 환경친화적 펄프성형 포장재의 확대보급 여부는 펄프원료의 안정

적 확보를 고려한 펄프 소재의 다양화에 달려 있다고 해도 과언은 아닐 것이다.

셀룰로오스 자원으로서 비목재섬유의 활용²⁾에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 국내의 경우 비목재 섬유의 활용에 관한 연구는 많이 진행되어 왔지만 포장소재로 연구되거나 개발되어 실용화된 사례는 그렇게 많지 않다. 김 등은³⁾ 한국산 벚짚펄프와 목재펄프를 혼합하여 초지한 지류의 물성을 검토한 결과 인쇄용지로의 사용가능성을 확인하였다. 또한 하드보드 제조시 마섬유를 첨가한 연구⁴⁾나 제지공장의 폐재인 Sludge를 이용한 슬러지 섬유판과 벚짚섬유판 제조에 관한 연구^{5,6)} 등이 있으며 식물의 잎이나 줄기, bagasse 등을 섬유판 제조에 사용한 사례도 있다. 벚짚 및 밀짚펄프 시이트의 구조적 특성을 침엽수펄프 시이트와 비교한 연구⁷⁾와 농가부산물인 벚짚을 이용한 포장재 개발에 관한 연구^{8,9)}도 보고되고 있으며 후자는 주로 포장재료로서 벚짚자원의 이용 가능성을 조사한 것이었다.

본 연구에서는 포장 트레이 용기의 개발에 있어서 농업부산물인 일년생 비목본섬유로 개발가능성이 높은 벚짚자원을 트레이 용기의 펄프소재로 활용하고자 기존 소재인 신문고지와 벚짚을 혼합하였을 때 그 혼합비율이 포장트레이의 물성에 미치는 영향을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

회수된 신문고지에 물을 첨가하여 1%

의 농도로 pulper를 사용하여 해리시켜 신문고지펄프를 제조하였다. 벚짚은 3내지 4cm의 크기로 절단하여 액비 10:1로 3%의 NaOH 용액에 가하고 상온에서 24시간 동안 일정한 크기의 원료탱크 내에서 침지시킨 다음, 일단 pulper로 해리시켰으며 1%의 농도로 10분간 valley beater에서 고해처리하여 벚짚펄프를 제조하였다. 포장트레이의 제조에 사용된 펄프 원료는 신문고지펄프 대 벚짚펄프의 혼합비별로 100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80, 0:100의 6 종류로 설계하였으며 벚짚펄프의 함유량을 증가시키면서 포장트레이를 제조, 물성 측정에 사용하였다. 포장트레이의 크기는 179mmx116mm x14mm로서 펄프원료를 감압탈수성형하고 일차 성형된 트레이를 200°C에서 6분간 열판건조하여 제조하였다.

2. 방법

1) 겉보기 밀도의 측정

시험편의 치수를 측정하여 부피를 구하고 이 값을 무게로 나누어 겉보기 밀도를 계산하였다.

2) 파열강도의 측정

New Type Bursting Strength Tester(Machine No. 3256(물렌형), Rigaku Kogyo Co., Japan)를 사용하여 KS M 7082(종이 및 판지의 고압 파열강도 시험방법)의 실험방법에 따라 시험편의 파열강도를 측정하였다.

시험편을 파열강도시험기에 완전히 고정하고 시험편이 파열될 때까지 압력을 가하여 그 때의 최대압력을 측정하고 이를 시험편의 파열강도로 하였다.

3) 압축강도의 측정

시험편이 불균일한 하중을 받지 않도록 정확히 압축판 중앙에 위치시키고 TMI Compression Tester(Testing Machines Inc., USA)를 사용하여 KS A 1012(포장화물 및 용기의 압축 시험방법)의 실험방법에 따라 압축속도를 9-12mm/분으로 하여 시험편의 압축강도를 측정하였다.

4) 투기도의 측정

시험편을 투기도 시험기에 조인 다음, KS M 7020(종이 및 판지의 투기도 시험방법)에 따라 공기 100ml가 통과하는데 걸리는 시간을 측정하고 이를 시험편의 투기도로 하였다.

5) 색도의 측정

벚짚펄프의 혼합비율에 따른 트레이의 색도변화를 조사하기 위해 색도계(Minolta Chroma Meter CR-200, Japan)의 광조사 부분을 트레이 표면의 중앙부분에 밀착시켜 측정하였고 그 결과를 L, a, b 값으로 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

1. 겉보기 밀도

벚짚펄프의 혼합비율이 포장 트레이의 겉보기 밀도에 미치는 효과를 Fig. 1에 나타내었다. 포장 트레이의 밀도는 벚짚펄프의 혼합비율이 증가됨에 따라 전반적으로 증가하는 경향을 보였다. 신문고지펄프로만 제조한 트레이는 평균적으로 약 0.25g/cm³의 밀도를 가지는 것으로 나타났다으며 벚짚펄프로만 제조한 트레이의

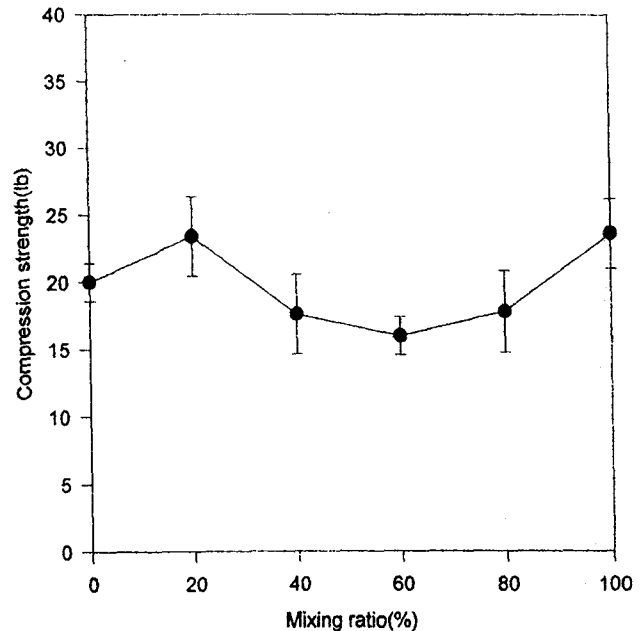


Fig 1. Effect of mixing ratio of rice straw pulp on density of moulded pulp packaging trays

밀도는 평균 0.34g/cm³로 나타났다. 벚짚펄프로 제조한 트레이의 밀도 증가는 섬유유해리가 완전히 진행되지 않은 상태에서 벚짚섬유를 혼합하였다는 점과 벚짚펄프에 존재하는 비섬유물질 때문으로 분석할 수 있다. 또한, 실제 포장 트레이로서 일반적으로 활용되고 있으며 본 실험에서 제조한 펄프 트레이와 유사한 크기(198mmx138mmx17mm)와 모양을 갖는 발포폴리스틸렌 트레이의 밀도 0.073g/cm³와 비교해 볼 때 펄프 트레이의 밀도가 크게 높다는 점도 용기의 경량화 추세에 비추어 본다면 하나의 단점이 될 수 있다.

2. 파열강도

벚짚펄프의 혼합비율이 포장 트레이의 파열강도에 미치는 효과를 Fig. 2에 나타내었다. 벚짚펄프의 혼합비율이 40%에 달할 때까지는 약간 감소하다가 그 이상의 혼합비율에서 파열강도는 점차 증가

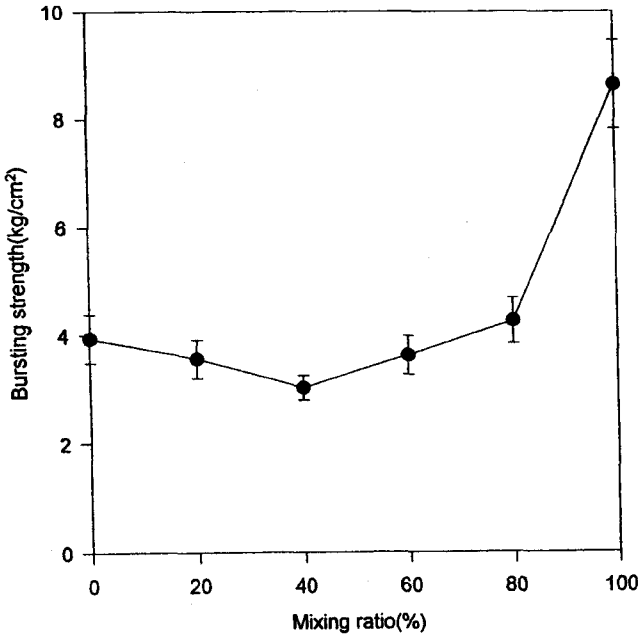


Fig 2. Effect of mixing ratio of rice straw pulp on bursting strength of moulded pulp packaging trays

하는 경향을 보였으며 특히 벚짚펄프의 혼합비율이 100%일 때, 즉 벚짚펄프 단독으로 제조할 경우 트레이의 파열강도는 급격히 증가하였다. 파열강도에 영향을 미치는 인자를 크게 나누어 섬유장과 섬유간 결합으로 구분하여 설명한다면¹⁰⁾ 벚짚 섬유의 혼합비율이 작을 경우에는 벚짚 섬유의 혼합이 이질적인 신문고지펄프의 섬유간 결합을 방해하여 강도의 감소를 가져오다가 어느 정도의 혼합비율에 도달하게 되면 장섬유인 벚짚섬유의 혼합이 트레이의 파열강도를 향상시키는 데 기여하는 것으로 분석할 수 있다. 이와 같은 실험결과를 고려해 볼 때 벚짚펄프의 혼합비율을 80%이상 높게 유지하는 것이 포장 트레이의 파열강도 개선에 효과적일 것이라고 판단할 수 있다. 또한 전술한 시중의 발포폴리스틸렌 트레이의 파열강도 시험결과 평균값이 약 3.7 kg/cm²로 측정되었는데, 이런 수치를 감

안한다면 파열강도 측면에서 벚짚펄프의 혼합은 큰 문제가 되지 않으며 오히려 벚짚펄프 단독으로 트레이를 제조할 경우 펄프 트레이 고유의 장점을 살릴 수 있을 것이다.

3. 압축강도

벚짚펄프의 혼합비율이 포장 트레이의 압축강도에 미치는 효과를 Fig. 3에 나타내었다. 포장 트레이의 압축강도는 벚짚펄프의 혼합비율이 40-80% 되는 구간에서 비교적 낮게 나타난 반면 20%와 100% 수준에서는 비교적 높게 나타났다. 벚짚펄프의 혼합은 트레이의 압축강도 개선에 큰 영향을 미치기는 어렵다고 사료된다. 일반적으로 발포폴리스틸렌 트레이는 압축되면서 갈라지는 현

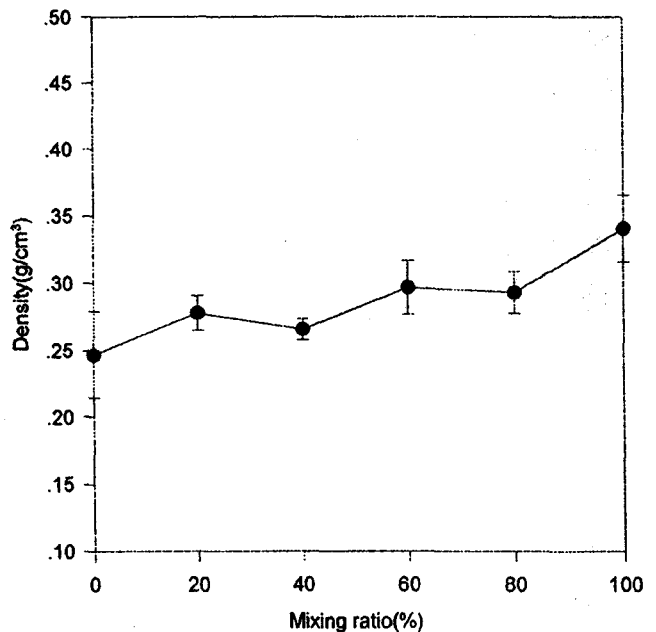


Fig 3. Effect of mixing ratio of rice straw pulp on compression strength of moulded pulp packaging trays.

상을 보이나 본 실험에 사용한 펄프 트레이의 경우 압축되면서 찌그러지는 현

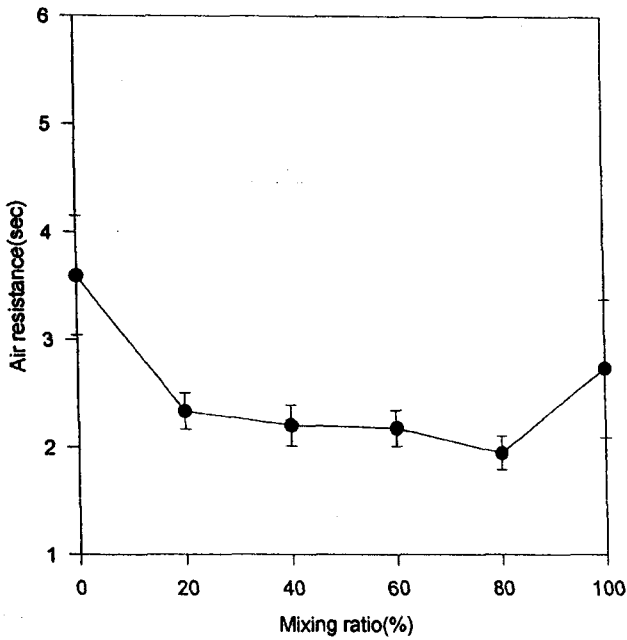


Fig 4. Effect of mixing ratio of rice straw pulp on air resistance of moulded pulp packaging trays.

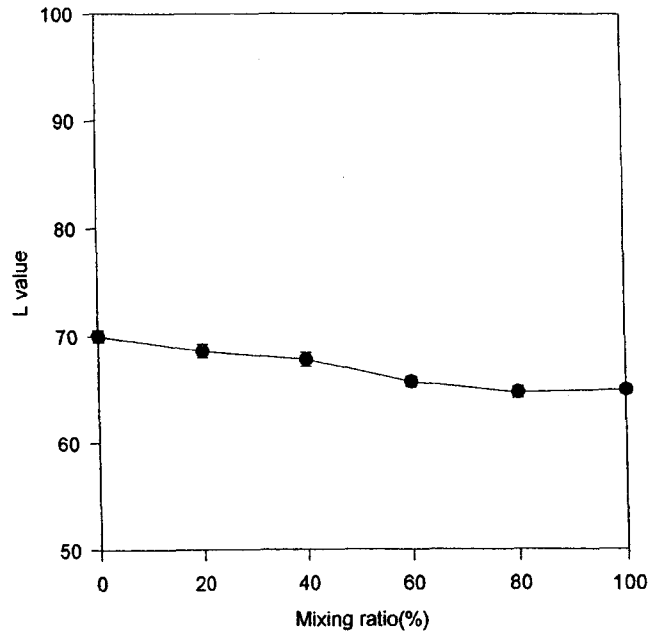


Fig 5. Effect of mixing ratio of rice straw pulp on L value of moulded pulp packaging trays.

상을 보였다. 전술한 시중의 발포폴리스틸렌 트레이의 압축강도 시험결과 평균 값이 42lb로 측정되었으며 이 값은 펄프 트레이의 압축강도와 비교해 볼 때 약 2 배에 달하는 것이었다. 펄프 트레이의 압축강도 개선이 요구된다고 할 수 있다.

4. 투기도

벚짚펄프의 혼합비율이 포장 트레이의 투기도에 미치는 효과를 Fig. 4에 나타내었다. 공기 100ml이 일정 면적의 시험편을 통과하는 데 요하는 시간을 조사하였다. 벚짚펄프의 혼합이 이루어진 처음 20% 수준에서 투기 시간은 급격히 감소하여 80%에 이를 때까지 약간 감소하다가 100% 수준에서 투기 시간이 증가하는 현상을 나타내었다. 벚짚펄프의 혼합비율이 증가함에 따라 겉보기 밀도는 증

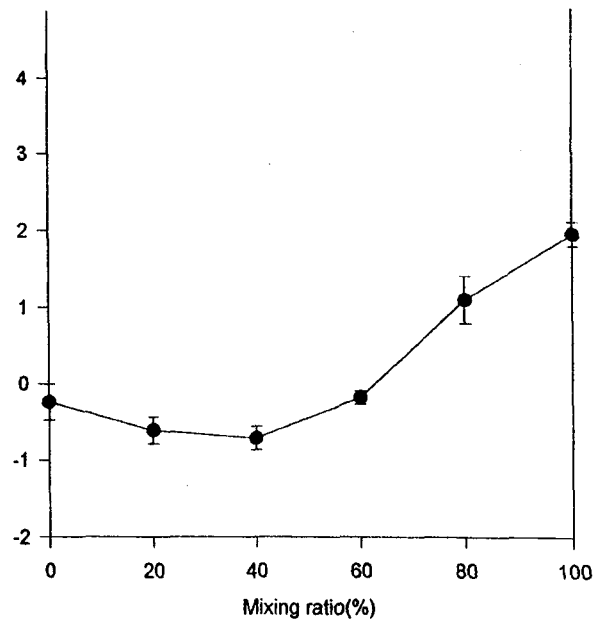


Fig 6. Effect of mixing ratio of rice straw pulp on a value of moulded pulp packaging trays.

가하는 상태에서 투기 시간이 감소하는 것은 장섬유인 벚짚펄프의 혼합에도 원인이 있겠지만 신문고지펄프와 벚짚펄프

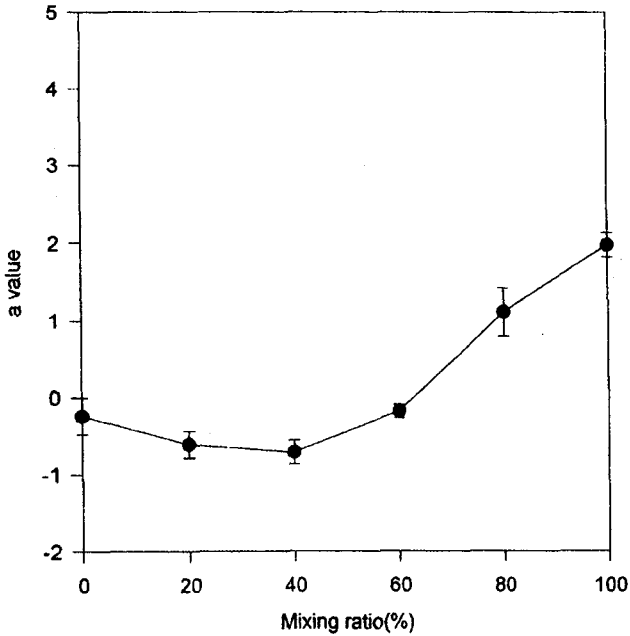


Fig 7. Effect of mixing ratio of rice straw pulp on a value of moulded pulp packaging trays.

간의 이질적인 배합에도 이유가 있는 것으로 판단된다. 또한 벚짚펄프 100% 수준에서 다시 투기 시간이 증가하는 것은 펄프원료가 벚짚펄프만으로 구성되어 동질성을 보유함으로써 섬유간 결합력이 개선되고 이에 따라 트레이 내부조직이 치밀해지기 때문인 것으로 분석할 수 있다.

5. 색도

벚짚펄프의 혼합비율이 포장 트레이의 색도에 미치는 효과를 Fig. 5, 6, 7에 나타내었다. 여기에서 L은 명도, a는 녹색-적색, b는 청색-황색의 색채 영역을 나타낸다. 그림에 나타난 바와 같이 트레이 표면의 L값은 벚짚펄프의 혼합비율이 증가할수록 점차 감소하는 경향을 보였다. a값은 40% 이상에서 벚짚펄프의 혼합비율이 증가할수록 점차 증가하는 경향을 보였으며 b값은 전반적으로

벚짚펄프의 혼합비율이 증가함에 따라 계속적으로 증가하는 경향을 보였다. 3%의 NaOH 용액을 처리한 벚짚의 L값이 약 66, a값이 0, b값이 21인 것을 참고로 한다면⁸⁾ 본 실험의 결과에서도 알 수 있듯이 벚짚 고유의 색으로 인해 벚짚펄프의 혼합에 따라 트레이의 명도는 약간 낮아지고 b 값은 뚜렷하게 증가하여 황색으로 변화함을 알 수 있었다.

IV. 요약

신문고지에 벚짚펄프를 혼합하였을 때 그 혼합비율이 포장 트레이의 물성에 미치는 영향을 조사하였다. 포장 트레이의 밀도는 벚짚펄프의 혼합비율이 증가됨에 따라 전반적으로 증가하는 경향을 보였다. 파열강도는 벚짚펄프의 혼합비율이 40%에 달할 때까지는 약간 감소하다가 그 이상의 혼합비율에서 점차 증가하는 경향을 보였으며 특히 벚짚펄프 단독으로 제조할 경우 트레이의 파열강도는 급격히 증가하였다. 포장 트레이의 압축강도는 벚짚펄프의 혼합비율이 40-80%되는 구간에서 비교적 낮게 나타난 반면 20%와 100% 수준에서는 비교적 높게 나타났다. 벚짚펄프의 혼합이 이루어진 처음 20% 수준에서 투기 시간은 급격히 감소하여 80%에 이를 때까지 약간 감소하다가 100% 수준에서 투기 시간이 증가하는 현상을 나타내었다. 벚짚펄프의 혼합에 따라 트레이 표면의 L값은 약간 낮아지고 b 값은 뚜렷하게 증가하여 황색으로 변화함을 알 수 있었다.

인용문헌

1. 前田敏朗: 파ल्प모-로드製造裝置について. 紙パल्प技術タイムス, 47(5), 1993, p.20.
2. 御田昭雄: 非木材纖維の見直しと利用. 紙パल्प技術タイムス, 臨時増刊, 1991, p.24.
3. 김윤호, 전풍진: 한국산짚류를 원료로 한 팔프제조에 관한 연구. 漢大論集, 2, 1962, p.97.
4. 전 양: 마섬유 첨가로 인한 하드보드 재질변화. 목재공학, 13(6), 1985, p.36.
5. 이병근: 제지공장의 폐재인 Sludge로부터 합성 Board의 제조. 목재공학, 15(2), 1987, p.99.
6. 이병근: 벚짚과 pulp rejects를 사용한 fiber-reinforced composite board 의 제조에 관한 연구. 제지계, 152, 1985, p.14.
7. Jin, B., Hasuike, M. and Murakami, K.: Structural characteristics of rice and wheat straw pulp sheets. Mokuzai Gakkaishi, 36(3), 1990, p.200.
8. 안병국, 박노현: 벚짚을 이용한 성형 포장재 개발에 관한 연구. 펄프종이기술, 27(1), 1995, p.49.
9. 한국식품개발연구원 보고서, 벚짚을 이용한 농가형의 분해성 포장용기 제조 시스템 개발, 1996.
10. Casey, J. P., Pulp and paper, 3rd ed., Vol. 3, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1981.