

여름철 도시의 일상생활에서 경험하는 환경온도와 온냉감 평가

24 hours' Exposed Temperature and Thermal Comfort in Summer

전정윤* 이민정**
Chun, Chung-Yoon Lee, Min-Jung

Abstract

All the outdoor and indoor spaces are connected with each other. The human being moves toward those spaces with temperature fluctuation between the natural and artificial temperature. We conducted an experiment which subjects were wearing the data logger in urban life, and measured 24 hours' exposed temperature and thermal comfort in summer. Results were as follows. 1. Subjects controls their micro climate like this. Most of them(84.6%) get weather information. Fashion(46.2%) and weather(30.8%) are the reasons to select clothes. They spend their time in indoor environment for 84.92% hours of a day and have an air-conditioner(61.5%) in their houses. 2. Temperature fluctuation which subjects were exposed for 24 hours were from 15.6°C to 33.8°C and average fluctuation was 9.02°C. The median value of experienced temperature were 26-26.5°C and average temperature was 26.18°C. They experienced cold shock of 3.96 times in a day.

Keywords : Outdoor space, Indoor space, Daily life, Temperature fluctuation, Thermal comfort

I. 서 론

1. 연구의 배경

최근 건축물의 설계, 시공, 유지관리에 걸친 건축의 전과정에서 발생될 수 있는 환경부담을 줄이면서 동시에 쾌적한 거주환경도 확보할 수 있는 친환경건축에 대한 요구와 관심이 급증하고 있다.

건축물은 매년 세계가 소비하는 원재료 중 40%를 소비하며, 세계에서 소비되는 에너지의 1/3은 건물 내에서 사용되는 조명, 냉난방, 급탕 등에 의해 소비된다¹⁾. 따라서 이산화탄소의 배출 억제를 위해서는 무엇보다도 이를 건물 운용 에너지를 줄여야 한다.

현재 냉난방 에너지의 억제를 위해서 많은 기술이 개발되고 있다. 이를 기술의 도입을 통해 궁극적으로 이루고자 하는 것은 가능한 적은 에너지를 가지고 현재 국제기관 등에서 결정하고 있는 쾌적역을

만족시키고자 하는 것이다. 이러한 기준의 대표적인 예는 ASHRAE Standard 55를 들 수 있다.

이 기준은 1974년에 발표된 이후에 1981년과 1992년의 개정을 거쳐 현재 전 세계의 실내 온열환경 기후 기준 설정의 근간이 되고 있다²⁾. 이 ASHRAE Std. 55는 인체의 열 평형 이론에 근거하고 있으며 이 이론에서는 물리적 환경의 네 가지 요인(공기온도, 복사온도, 습도, 기류속도)과 인간측의 두 가지 요인(활동량, 척의상태)을 고려하고 있다. 이러한 각 요소의 영향력은 방대한 실험실 실험의 결과에 근거하고 있다³⁾. 그러나, 최근 들어 많은 현장 조사 연구들이 거주자들의 실제 현장에서의 평가와 이 기준이 맞지 않는다는 것, 그리고 그것은 특히 자연환기

1) Roodman, D. et al. (1994). Our Buildings, Ourselves , World Watch, pp.21-29

2) ASHRAE/ANSI Standard 55-1992 (1992), Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, Atlanta, ASHRAE

3) Fanger, P.O (1970). Thermal Comfort. Copenhagen: Danish Technical Press

*정회원, 연세대 주거환경학과 교수, 공학박사
**정회원, 연세대 대학원 석사과정

형 건물에 있어서 현저하다는 것을 보고하였다^{4,5)}. 이러한 연구들의 기초가 된 것은 적응 이론(Adaptive Theory)으로, 그것은 인간은 주어진 실내 기후에 행위나 착의량의 조절, 그리고 심리적으로 적응하게 되어있으며 따라서 “실내 환경에 대한 온냉감 평가와 만족도는 그 공간의 환경에 대한 기대치에 의해 형성된다”는 것이다⁶⁾. 즉, 동남 아시아와 같은 덥고 습한 기후대에서 냉방 설비가 없는 사무소 건물의 재실자들이 높은 수용성(Acceptability)과 높은 증립온도를 나타내는 것은^{7,8)} 각 거주자들이 평소 그 나라의 기후와 그 건물의 일상적 실내기후에 행위적, 그리고 심리적으로 ‘적응’하고 있기 때문이라는 것이다. 그리고 이러한 거주자 평가의 기준이 되는 것은 그 나라의 생활온도이다.

여기서 말하는 생활생활온도란 인간이 생활하면서 겪는 미기후 온도 전체를 말하는 것으로, 외기온은 물론, 주택, 사무소, 상업공간, 교통기관, 등 모든 자연환경 및 인공환경이 포함된다. 이러한 생활온도를 결정하는 것은 그 지역의 기후, 개인의 생활양식, 경제적 수준, 등등이 복합적으로 영향을 끼치게 되므로 각 나라별로 파악하여야 할 필요가 있다. 현재 우리나라에서 이러한 환경온도를 파악한 연구는 없으며, 외국에서도 소수의 연구만이 행하여져 왔다⁹⁾.

본 연구는 이러한 배경으로부터 출발하여, 우리나라의 생활 환경온도를 파악하는 것을 목적으로 하고 있다. 그 첫 번째 단계로 서울지역 대학생들이 여름

철에 경험하는 환경온도를 파악하였다. 다음에 그 결과를 보고한다.

II. 연구의 방법

본 실험은 2002년 8월 여름방학 기간동안에 행해졌다.

피험자 선정은 자발적인 참여를 통하여 26명의 대학생이 모집되었다. 모집된 피험자를 대상으로 24시간동안 소형의 온습도 데이터 로거(Data logger)를 몸에 착용하게 하였고 <사진 1,2 참조> 데이터 로거를 통해서 온도와 상대습도가 1분 간격으로 자동적으로 기록되었다. 그리고 피험자는 장소와 행위가 변화할 때마다 그것을 기록하였으며, 그때의 온냉감을 평가하였다. 온냉감 평가는 ASHRAE의 7단계 Scale(-3, -



사진 1. 측정에 이용한 온습도 데이터로거

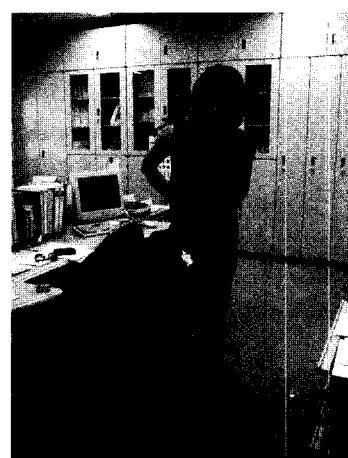


사진 2. 온습도 데이터로거를 착용한 피험자

- 4) deDear, R.J., M. Fountain, et al.,(1993), A Field Study of Occupant Comfort and Office Thermal Environments in a Hot-Humid Climate, Final Report on ASHRAE RP-702, Atlanta, ASHRAE
- 5) deDear, R.J., M. Fountain.(1994), Field Experiments on Occupant Comfort and Office Thermal Environments in a Hot-Humid Climate, ASHRAE Transactions, 100(2), p457-475
- 6) Humphreys, M., Nicol F.(1998.1), Understanding the Adaptive Approach to Thermal Comfort, Field Studies of Thermal Comfort and Adaptation, ASHRAE Technical Data Bulletin Vol.14, No.1, pp. 114
- 7) Busch, J.(1990), Thermal Responses to the Thai Office Environment. ASHRAE Transactions, 96(1) pp859-872
- 8) Busch, J.(1992), A Tale of Two Populations: Thermal Comfort in Air-conditioned and Naturally-Ventilated Offices in Thailand. Energy and Buildings, 18, pp. 235-249
- 9) 中野昌行(2002.8), 梅宮典子, 西岡利晃, 大倉良司: 大學生が夏季の日常生活で暴露される温度と温冷感, 日本建築學會大會學術講演梗概集, pp437-438.

2, -1, 0, 1, 2, 3)를 사용하였다<표 1 참조>¹⁰⁾.

사진 1은 실험에 사용된 Espec사의 RS-11 온습도 데이터 로거를 보여주고 있다. 옥외에서의 장시간 측정 시 태양의 직사광으로 인한 센서의 가열을 막기 위해서 온도 센서부분에 알루미늄 히일로 차단막을 만든 후 통기구멍을 내었다.

설문지를 통해 온냉감 평가를 하는 방법은 실험을 행하기 전에 피험자들이 충분히 인지할 수 있도록 교육하였다. 본 연구에서 대상으로 하는 온냉감 평가는 피험자들의 환경조절 적응 후 온냉감을 보는 것이므로 착의량 조절은 행하지 않았다.

또한 평소 피험자들이 어떻게 환경조절을 하는지, 그리고 환경조절에 관하여 어떠한 태도를 가지고 있는지에 관한, 환경조절행동 및 태도를 설문지를 이용하여 조사하였다¹¹⁾.

그 구체적인 내용은 날씨에 대한 정보를 가지고 생활하는지, 정보를 얻는다면 어떤 방법으로 얻는지, 에어콘을 사용하는지, 그날의 의복을 결정하는데 가장 큰 영향을 미치는 요소가 무엇인지, 등에 대한 내용이다.

III. 연구의 결과

1. 기본 정보

1) 피험자 개요

실험에 참가한 피험자는 남자 13명, 여자 13명으로 총 26명을 대상으로 남녀 성별을 동일하게 선정하였다. 피험자의 평균 신장은 남자는 176.1 cm, 여자는 161.5 cm이며 평균 체중은 남자는 71.7 kg, 여자는 50.9 kg이다. 평균 나이는 23.8세이다.

2) 기후 조건

실험은 2002년 8월 20일부터 23일까지 4일간에 걸쳐서 이루어졌다. 기상청에 따르면 서울의 경우, 8월의 평균온도는 25.4°C이며 최저 22.1°C에서 최고 29.5°C의 온도분포를 보이고 평균 상대습도는 77.4%에 이른다¹²⁾<그림 1, 2 참조>.

10) ASHRAE의 Scale은 -3(cold), -2(slightly cool), -1(cool), 0(neutral), 1(warm), 2(slightly warm), 3(hot)을 이용한다.

11) 여기서 말하는 환경조절행동이란 인간이쾌적한 온열감을 얻기 위하여 행하는 생리적 조절(발한이나 땀짐)이외의 조절행위를 말한다.

12) 기후자료(1971~2000), 기상청 통계자료, 월평년값

실험 당일의 기후에 대한 데이터를 정리한 결과는 <표 3>과 같다. 22일은 비가 내렸으며 23일은 약간 흐린 날씨를 보였기 때문에 이때의 온도는 다소 낮

표 2. 피험자의 개요

	전체	성별	
		남자	여자
표본 수	26	13	13
나이(년)			
평균치	23.8	24.54	23.08
표준편차	1.7	1.34	1.73
최대치	28.0	26.0	28.0
최소치	21.0	21.0	21.0
신장(cm)			
평균치	168.8	176.1	161.5
표준편차	8.6	4.2	4.9
최대치	183.0	183.0	167.0
최소치	148.0	170.0	148.0
체중(kg)			
평균치	61.3	71.7	50.9
표준편차	12.4	8.3	4.5
최대치	88.0	88.0	60.0
최소치	44.0	57.0	44.0

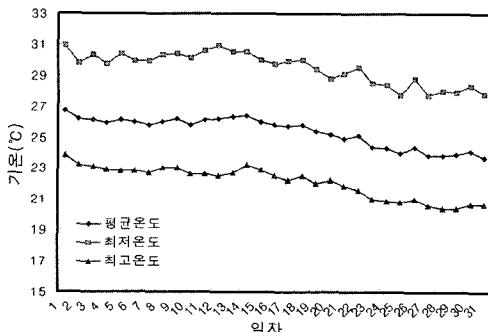


그림 1. 서울의 8월 기온

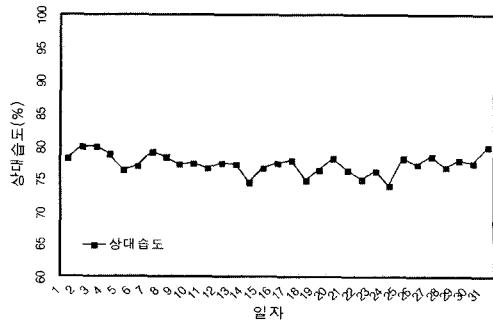


그림 2. 서울의 8월 평균 습도

표 3. 기후 데이터

요소 날씨	외기온도(°C)			습도(%)	풍속(ms)
	평균치	최대치	최소치	평균치	평균치
20일	24.5	29.1	19.8	59.5	1.7
21일	24.5	28.6	21.8	72.8	2.0
22일	22.8	23.8	21.5	86.6	1.3
23일	24.8	27	22.4	84.9	2.7

고 습도가 비교적 높다. 실험기간동안의 평균온도는 24.15°C, 평균습도는 75.95%로 서울의 일반적인 8월 날씨와 큰 차이를 보이지 않았다.

2. 환경 조절에 대한 행동 및 태도

피험자들의 평소 환경조절에 대한 행동 및 태도에 관하여 조사한 결과는 다음과 같이 나타났다.

1) 날씨를 접하는 경로

날씨에 대한 정보는 TV(57.7%)를 통해 얻는 경우가 가장 많았으며, 그 다음으로 인터넷(15.4%), 신문(15.4%)인 것으로 나타났다. 한편 날씨에 대해서 체크하지 않는다는 대답은 15.4%로 나타나, 전체 중 84.6%의 피험자들이 날씨에 대한 정보를 가지고 생활하는 것으로 나타났다.

2) 그 날의 옷을 결정하는 데 영향을 미치는 요소

그 날의 옷을 결정할 때 가장 영향을 많이 미치는 요소는 패션(46.2%)이며, 일기예보에 따라 즉, 날씨에 따라 옷을 입는다는 대답은 평균 30.8%로 나타났다. 이 경우 남녀의 차이를 보이는데, 여성은 '패션'(46.2%)과 '일기예보'(46.2%)가 같은 수치로 나타났다. 반면 남성은 '패션'(46.2%)의 영향 다음으로 '세탁해놓은 옷'(23.1%)을 입는 것으로 나타났다.

3) 에어콘 보유와 사용시간

전체 26명의 피험자 중에 16명(61.5%)의 가정에 에어콘이 보급되어 있었으며, 사용시간은 대다수

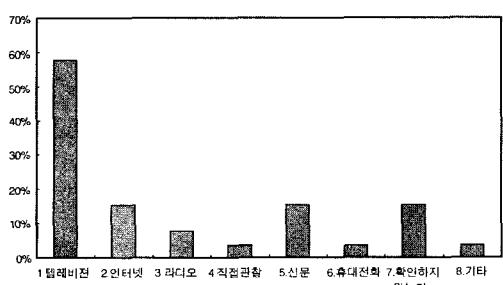


그림 3. 날씨를 접하는 경로

(81.3%)가 1일 중 0~4시간동안 사용하는 것으로 나타났다<그림 5>.

3. 24시간 경험하는 온도

1) 옥외와 옥내의 체재시간

피험자들이 생활하는 공간을 크게 옥외 공간, 옥내공간과 교통기관(지하철, 버스 등)으로 나누었다. <그림 6>은 24시간 중 각 공간 내에서의 체재시간을 나타낸 것으로, 피험자들은 하루 중 84.92%의 시간을 옥내에 거주하고, 8.07%의 시간을 옥외에서, 그리고 7.01%의 시간을 교통기관 내에서 보내는 것으로 나타났다. 즉 옥내공간과 교통기관에서 보내는 시간을 합하여 본다면, 인간이 만들어놓은 인공적인 온

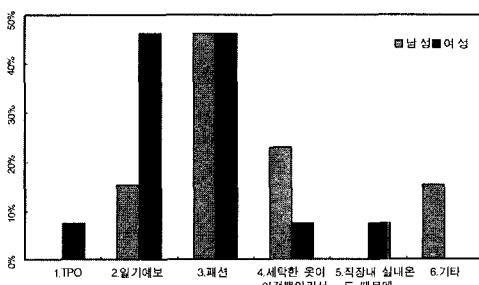


그림 4. 옷을 입을 때 영향을 미치는 요소

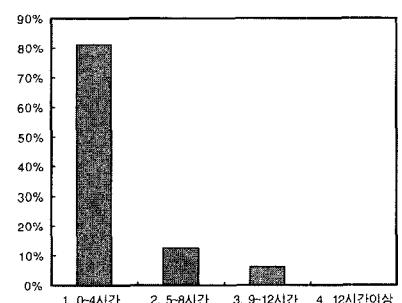


그림 5. 에어콘 사용시간

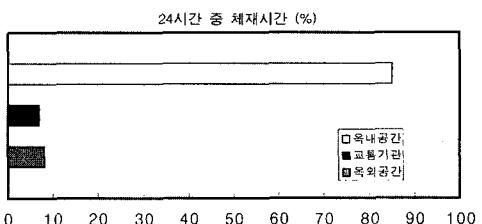


그림 6. 피험자의 각 공간 체재시간

열환경 속에서 하루 중 대부분의 시간(92.99%)을 보내고 있다.

옥외공간에서의 생활내용으로는, 옥외공간에 많이 체재한 피험자들이 교통 기관 내에서도 많이 체재한 것으로 보아, 주로 이동 중 옥외에 노출되는 시간이라는 것을 알 수 있다<그림 7>.

2) 환경온도의 빈도

24시간 동안 피험자들이 경험하게 되는 환경온도의 빈도 분포를 정리해보면 <그림 8>과 같이 나타난다. 이는 26명 전 피험자의 데이터를 통합한 결과이다.

피험자들이 가장 많이 경험한 환경온도의 범위는 26.0~26.5°C(13.2%)이고, 24시간동안의 평균 환경온도는 26.18°C이었던 것으로 나타났다. 실험당일의 외기온의 범위는 19.8°C에서 29.1°C로, 피험자들의 환경온도와 외기온의 범위는 큰 차이를 보이지 않았다.

3) 최고온도와 최저온도

피험자들이 24시간동안 경험한 온도는 최저 15.6°C에서 최고 33.8°C로 나타나, 18.2°C의 넓은 범위를 나타내었다. 33.8°C의 온도를 경험한 피험자의 경우는 낮 시간(15시경)에 옥외공간에 체재하고 있었고,

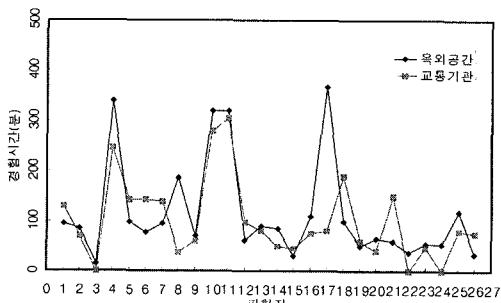
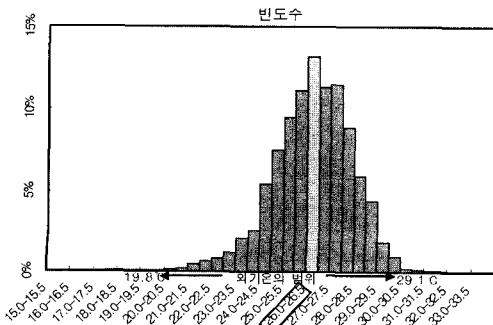


그림 7. 옥외공간과 교통기관에서의 경험시간



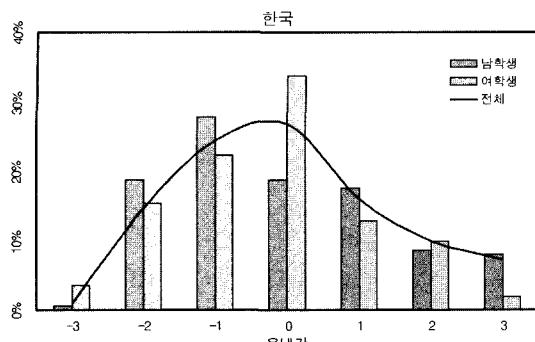


그림 10. 피험자들이 24시간동안 느낀 온냉감

된 환경 조건 안에서 만족하고 있는 것으로 해석할 수 있다. 주목할 만한 사실은 여름철이었음에도 불구하고 -2나 -3의 평가, 즉 추운 쪽의 온냉감의 빈도가 상당수 나타났다는 사실이다. 이렇게 여름철에 -의 평가가 나타난 것은 옥내공간이 과다하게 냉방이 되었기 때문으로 보여지며, 이는 인간의 건강 및 적응의 문제, 그리고 에너지의 손실과 연결이 된다.

한편 온냉감에 있어서는 남녀간에 차이를 보이고 있다. 남학생들은 -1(시원하다)의 온냉감을 표시하는 경우가 가장 많았고, 여학생들은 0(중립)이 가장 많은 것으로 나타났다. 그러나 누적빈도에서는 여학생들이 0을 중심으로 추운 쪽의 온냉감을, 남학생들은 더운 쪽의 온냉감을 많이 평가한 것으로 나타났다.

IV. 결 론

서울지역 대학생들이 여름철 일상생활에서 24시간 동안 경험하는 환경온도와 온냉감을 조사한 결과는 다음과 같다.

피험자들의 환경조절에 대한 행동 및 태도를 살펴보면 84.6%의 피험자가 날씨에 대한 정보를 가지고 생활하며 이는 주로 텔레비전(57.7%)을 통해 얻는다. 패션(46.2%)은 날씨(30.8%)보다 옷을 입는 데에 더 큰 영향을 미친다. 또한 하루 중 84.92%의 시간을 옥내공간에서 보내며, 61.5%의 가정에서 에어콘을 보유하고 있다.

피험자들이 24시간동안 경험한 온도를 살펴보면 최고 33.8°C, 최저 15.6°C의 온도를 경험하였으며 평균 26.5°C의 온도변동범위를 나타내었다. 가장 많이 경험하는 온도는 26~26.5°C이며, 24시간 환경온도의

평균온도는 26.18°C였다. 그리고 하루 동안 평균 3.96회의 5°C 이상의 급격한 온도변동을 경험했으며, 온냉감을 평가한 빈도는 -1에서 1사이의 범위가 전체 중 67.21%를 보였다. 여름철임에도 불구하고 -의 평가가 상당수 나타났으므로 외부환경을 고려한 환경온도수준을 맞추어주는 것이 필요하다는 것을 알 수 있다. 온냉감은 남녀간에 차이를 보였으며, 남학생들이 여학생들보다 더운 쪽의 온냉감을 많이 평가했다.

이상의 결과로부터 서울지역의 대학생들의 환경조절 태도와 8월에 경험하는 일반적인 생활 환경온도 및 그 변동범위를 파악할 수 있었다. 앞으로 주부나 사무직 노동자 등 보다 피험자의 범위를 넓여서 다양한 생활패턴을 반영한 조사가 요구되며, 이러한 생활 환경온도를 바탕으로 우리나라의 외부환경을 고려한 실내온도 조절목표의 재설정이 필요하다.

참 고 문 헌

- ASHRAE(1997), ASHRAE Handbook 1997 Fundamentals, Atlanta.
- ASHRAE/ANSI Standard 55-1992(1992), Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, Atlanta, ASHRAE.
- Auliciems, A(1981), Towards a psycho-physiological Model of Thermal Perceptions, International Journal of Biometeorology 25.
- Roodman, D. et al.(1994), Our Buildings, Ourselves, World Watch.
- Fanger, P.O(1970), Thermal Comfort. Copenhagen, Danish Technical Press.
- deDear, R.J., M. Fountain, et al.(1993), A Field Study of Occupant Comfort and Office Thermal Environments in a Hot-Humid Climate, Final Report on ASHRAE RP-702, Atlanta, ASHRAE.
- deDear, R.J., M. Fountain(1994), Field Experiments on Occupant Comfort and Office Thermal Environments in a Hot-Humid Climate. ASHRAE Transactions, 100(2).
- Humphreys, M., Nicol F, Understanding the Adaptive Approach to Thermal Comfort, Field Studies of Thermal Comfort and Adaptation, ASHRAE Technical Data Bulletin Vol.14, No.1.
- Busch, J.(1990), Thermal Responses to the Thai Office Environment. ASHRAE Transactions, 96(1).
- Busch, J.(1992), A Tale of Two Populations: Thermal Comfort in Air-conditioned and Naturally-Ventilated Offices in Thailand. Energy and Buildings, 18.
- 中島康孝(2002), わかりやすい住宅の設備 暖房と冷房, 住宅設備・生工學會.
- 中野昌行(2002.8), 梅宮典子, 西岡利晃, 大倉良司 : 大學生が夏季の日常生活で暴露される温度と温冷感, 日本建築學會大會學術講演梗概集.
- 高橋美加(1997), 冷房侍の室内外温度差と滞在時間が人體生理心理反応に及ぼす影響, 日本建築學會大會學術講演梗概論文集.