

# 의약품 공장에 대한 공조설비

이 병 국 | 서울대학교 약학대학 제약실습공장  
 초빙교수, KGMP 심의위원  
 E-Mail : Paulei@hanmail.net

## 1. 머리말

우리나라에서 의약품 공장의 공조설비는 역사적으로 본격적 ICR보다도 오래되어 1975년경에서부터 보급되었다고 본다. 그러나 아직도 설계의 오류에서 비롯된 과오시설이나 과다투자가 있어 추후 수정하는 현상을 많이 볼 수 있는 현실이다. 가장 큰 원인은 기본설계에서 해당공장에서 제조할 의약품의 제조기술상 특징을 이해한 다음 설계를 시작하지 못하고 기존, 기 경험한 나름대로의 틀에 맞추어 설계하기 때문에 제조할 제품 특성중심의 설계에서 많은 차이가 나기 때문이다.

또한 발주자인 제약공장의 기술관련 인사들도 공기청정기술의 여러 관점과 개별 의약품의 요구특성을 조화하여 시방을 제시하는데 불충분한 점이 많기 때문이다.

- (1) 제조할 의약품이 갖는 제제공학적 또는 해당 범규의 이해
- (2) 공정설계
- (3) 해당기계의 배치와 특징
- (4) 보조기계류의 설정
- (5) 적절한 공간 배치
- (6) 제조환경으로써 공기조화 System 설계
- (7) 공장 기본설계

(8) 전반적 조정과 조화

(9) 상세 설계의 순으로 설계하여야 타당하다. 그러나 흔히 공장개관 평면을 구상한 후에 그에 맞추어 공기조화설계를 추가하고 제조 관련 기계류를 반입하려는데서 부자연스러운 추가투자가 발생 하는 것을 종종 목격하게 된다.

필자는 제제공학에 몸담아 온 사람으로 제약공장 기본설계와 시공에 이르는 과정의 일천한 경험과 지식에 비추어 지면이 허락하는 한 제약기술과 공기조화 기술의 점점에 관련된 몇가지 의견을 적어 보고자 한다.

## 2. 의약품 공장 특징

### 2.1 일반적 고려사항

#### 2.1.1 약사법으로 규정하고 있다

- 시설기준령 및 시행규칙 령 16825호 및 령 151호
- 의약품제조 및 품질관리기법 40조1항7호 및 11호 관련 별표4 및 4-4

○ KGMP 해설서

가) 시설기준령중 공기조화 관련 부문

#### - 제3조, 의약품, 의약외품, 의료용구 등에 적용

- ① 제조소, 실험실, 보관소, 등 기본 시설지정
- ② 교차오염방지 조치

나) 동 시행규칙중 공기조화와 관련부분 제3조 의약품제조소의 시설기준

- ① 작업소
  - 특수제제 작업소의 분리
  - 구획 될 수 있는 제제 → (주사제, 점안제, 내용고형제, 내용액제, 외용액제, 연구제, 기타공정이 상이한 제제)
- ② 폐쇄적 기계설비
- ③ 용수시설
  - 취 해충 먼지를 막는 시설 → (최소한 Prefilter 필요 개방은 안됨)
  - 화장실 탈의실 수세실 소독시설(무균제제, 내용액제, 연구제)
- ④ 작업실 설치
  - 교차오염 방지
- ⑤ 필요시설
  - 집진시설(필요시에)
  - 제습시설(필요시에)
  - 자동온도조절 건조시설
- ⑥ 실험실
  - 일반실험실
  - 미생물시험실(필요한 경우)
  - 동물시험실(필요한 경우)
- ⑦ 보관소
  - 원료
  - 자재
  - 제품

- 제4조 완제의약품작업소(소위 GMP)

- ① 출입구와 창은 완전밀폐되는 작업소
  - 종류, 제형, 제조방법에 따라 오염방지 공기조화시설 → (Class 100,000)
  - 온도 습도 유지 시설
- ② 실험 검사시설
- ③ 반제품보관시설

가. 원료의 청량 조제 충전 밀봉작업실

- ① 천정 바닥 벽-표면이 매끄럽고
  - 먼지나 오염을 쉽게제거 할 수 있을 것-(먼지쌓임 방지구조 물청소 가능구조)

- ② 배관과 벽의 통과점에 틈이 없도록
- ③ 출입구 등이 외부에 직접 통하지 않을 것

- 제5조 무균제제 작업소 시설기준(무균실)

- ① 작업소 필요시설
- ② 원료의 청량조제 충전 밀봉작업실
  - 무균복도 등 무균작업에 필요한 관리구역
  - 제균된 공기 공급장치-(HEPA Terminal)
  - 천정박닥벽은 소독액에 견디는 자재
  - 작업준비실-Air Look Pass Box
  - 전용의 탈의 갱의 소독실
- ③ 무균조작 제품의 청량조제 충전밀봉 작업실은 무균이거나 무균적 조건을 갖춘 무균실설-(Class 100 또는 Clean Booth 등)
- ④ 3조의 기준 적용

- 제6조 페니실린 또는 성호르몬제제 작업실

- ① 분리된 작업소에 다음 시설 추가
- ② 전용의 탈의, 갱의 수세시설
- ③ Air Look Pass Box
- ④ 전용의 공기조화장치
- ⑤ 종말처리장치(Scrubber 또는 Biohazard)
- ⑥ 무균제제인 경우 3조, 5조 전부적용

- 제7조 생물학적 제제작업소

- ① 3조, 4조, 해당될때 5조 적용
- ② 필요시설
- ③ 바닥, 천정, 벽 소독액에 견딜것
- ④ 타 제조소와 분리
- ⑤ 특정비산서 병원균 취급 작업실은 병원체 별로 분리 또는 구획될 전용의 작업실
- ⑥ 무균이 필요하면 제5조 적용
- ⑦ 4조2에 준한

제조 동물사육 관리시설  
 시험동물 사육관리시설  
 세척 멸균시설

- 제7조의2 원료의약품 작업소

제3조 규정에 따르고 그 외에

- ① 여과, 분쇄, 정제 및 충전, 작업실 즉 최종 원료의약품 노출 작업실은 제4조 완전의약품 작업소에 따른다.
- ② 무균제제의 원료 의약품 작업실 제5조 무균 작업소에 따른다
- ③ 페니실린 성호르몬 원료의약품 작업소 분리될 것
- ④ 생물학적 제제 원료의약품 제7조에 따라 분리될 것

- 제8조 의약품 제조소의 시설기준

제3조에 따른다.

2.2.2 생리활성물질의 취급시설이다.

- mg 단위에서 급성 또는 만성적으로 인체에 중대한 영향을 줄 수 있는 약품의 취급이다.
- 분진회산대책 : 국소집진, 전체집진 병행
- 전용의 작업실  
 분진발생내용제 또는 무균제인 경우 작업실이나 Clean Bench는 국소집진 처리되고 작업실은 외기에 대하여 양압이지만 주변 청정농도 등에 대해서는 음압이다. 따라서 청정농도나 전실은 차상위양압이다. 예(0, 1.25mm H<sub>2</sub>O, 2.5mmH<sub>2</sub>O)
- 페니실린 성호르몬 계통 약물이 아니더라도 항암제, 알레르기 유발가능분진, 자주성분진, 색소방출분진, 취기방출분진 또는 작업소는 여기에 준한다.

2.2.3 환경적 오염이나 온도도에 의해 영향을 받는 약물의 취급시설이다.

- 환경적 오염 : 먼지, 미립자, 이물, 미생물, 미세곤충, 알레르기원 등
- 온도의 영향 : 규정된 실온은 20~25℃이고 변질, 변색, 부패 등 경시적 변화 또는 분해산물의 영향을 줄 수 있다.
- 습도의 영향 : 규정된 습도 50%±10% 또는 저습 40% RH~그이하 이상이 되면 원료약품의 변질, 인습, 변색, 부패가 촉진된다.
- 무균제제의 경우 미생물 미립자 등의 오염은 심각한 인체에 영향을 줄 수 있다. 직접용기의 세척, 멸균, 보관, 수송, 조제, 충전 등 전공정이 Class 100 이상의 청정도가 보장되어야 한다.

2.2 GMP(Good Manufacturing Practice)  
 우수의약품 제조기준

2.2.1 구성

구조설비와 각종표준관리지침 및 2원적 관리조직원과 관리자의 자격 교육훈련 불만처리지침이 포함되어 있고 국가의 심사사항 심의를 받는다.

2.2.2 전제조건

과학적이고 합리적으로 설계된 시설과 공장설비 등이 재현성과 신뢰성이 보장된 상태 즉 Validate된 조건에서 GMP가 운영된다. GMP는 제조관리지침이다

2.2.3 불량품의 발생

종래의 발체검사로는 전수품질을 보장할 수 없다. 검증된 System하에서 다음의 3가지 점에 중심을 두어 관리한다.

- ① 교차오염의 구조적 방지
- ② 환경적 오염의 구조적 방지

③ 인간오유의 최소화

2.3 GMP와 공기조화 관련

2.3.1 교차오염의 구조적 방지

- 공정을 제품별 제조방법별로 작업소 작업실을 분리, 구획 구분한다 ----- (후설)
- 공정순서대로 기계와 작업실을 배치한다. 즉 U형, I형, L형 배치 등
- 국소집진, 독립집진
- 차압 활용 휘산방지
- 공기조화장치 활용 외기 및 배기율 100% 또는 15% 배기 75% 순환, 순환공기는 여과집진 될 것
- 배기공기는 집진(1 $\mu$  이내) 또는 Scrubber, 정밀여과 HEPA, Medium 활용
- 집진기는 주로 Bagfilter를 사용하고 경우에 따라 Cyclone 전기집진기를 공조 System에 사용한다.

2.3.2 환경적 오염의 방지

- 미생물 미립자(입경 1 $\mu$ 이내)
  - 공기조화장치(예 여과된 공기공급)
    - Pre. Med(준 HEPA)
    - Pre Med, HEPA(종말 또는 중앙)
    - 무균제제, 무균조작제제
  - 단일방향류 : 수직류, 횡류작업실
  - 비단일방향류 : 하방배기원칙
  - 적절한 환기회수와 청정도 유지
    - 단일방향류 0.35~0.45m/sec
    - 비단일방향류           10회전/h
    - 20회전/h
    - 40회전/h
  - 각실의 차압

- 외기에 비해 1.25mmH<sub>2</sub>O 양압(Biobazard형 생물학제제 등은 음압)
- 전용의 갱의실
  - 탈의 비청정 음압
  - 수세 비청정 상압
  - 갱의 청정 양압
  - 전실 청정 양압
- Air Lock 전실
  - 원료자재 제품의 반입출구-청정 양압 또는 상압
  - 외부, 청소하는 장소임
- Pass box
  - 원료자재, 제품반출입, 청정 UV조사
- UV Light 필요하면 전실에 사용
- Core와 주변 청정도
  - Core에서 낡아 전실 갱의실 외부의 순으로 청정도가 낮아지고 차압이 낮아지게 한다.
- Clean Booth 무균실내에 중요부위에 설치
- 건물구조
  - 먼지가 안 쌓이게 하는 대책
    - 횡행배관 억제
    - 배관과 벽 100mm 이상 간격
    - 매끄럽고 물청소 가능한 건축재
    - 창틀, 문, 돌출부착물은 상부에 SUS제 Slope로 처리(청소 용이하게 함)
  - 매립형 전등
  - 각종집기는 SUS제 모서리가 둥글게 한다.
  - 청소가 용이하게 하는 구조
    - Corner R 30~50
    - 바닥의 배수구, 밀폐형 Trap를 쓴다
    - 무균실이나 생물학제제에는 배수구나 썩크대를 설치하지 않는다(진공흡입 등 대책)
    - 기계집기 HOOD류의 모서리 이슬 제거

- 흙 등 설치
- 청소용수는 정제수, 초여과수, 증류수 등 사용하며 수도전 비치
- Isopropyl Alcohol 등 소독액에 견딜 수 있는 건축재 사용
- 발진오염원의 대책
  - SUS판에 의한 피복(Motor 등)
  - 집진기, 방열기 등 실외로 유도
  - 실내에는 필요한 주 기능만 배치한다. Engineering Core를 설정하여 실외로 유도함이 바람직하다.
  - 배관이 벽을 통할 경우 Coaking 철저
  - Relief Damper 이외에는 완전밀폐 구조
  - 외부로 통하는 문, 창외 완전밀폐
  - 조습용 수증기나 용수는 Pure System 사용
  - 적정온도유지
    - 의약품 특성에 지정된 온도유지 보관 제조한다.
    - KP에서 일반적으로 정의한 온도는 냉소 15℃ 이하  
상온 15℃~25℃ 일반작업실  
실온 1℃~30℃ 보관소  
표준온도 20℃
    - 작업원 위생 고려 설정 온도→ 포장실 등
  - 적정습도유지
    - 인습에 의해 변질, 변색, 부패 건조에 의해 부서짐(Capsule) 비산 정전기 보통 RH 50%±10% 유지  
저습 일반저습 RH 40% 유지  
특수저습 RH 10%~30%(Spot 저습기를 주로 사용함)
    - 작업원의 위생고려 습도유지 → 액제류, 연고제류 등

- 제습장치 설치 위치  
중양공조 System에 직열  
특수목적 지정 작업실 → Spot 제습 또는 전용의 공기조화 장치

### 2.3.3 인위적 오유의 최소화

인간의 행위는 오유를 동반할 수 있다. 구조적 조치를 통해 방지된다.

- 전용의 갱의실 설정  
작업소 또는 작업실에 직접연결케하며 갱의 되지 않은 중업원의 출입을 방지한다. 기계 반입 등 편의적 출입문은 완전밀폐 해야한다. 비상구도 밀폐하여 필요시에 파괴 탈출할 수 있게한다.
- 일실 일기계주의  
제품의 인위적 교차오염을 방지한다.
- 공정순서에 따른 작업실 배치  
공정반제품의 혼돈을 방지한다.
- 낭하를 통한 작업실간 이동 작업실간 직접이동이 가능하면 교차오염과 혼돈을 야기 할 수 있다. 단계별 확인을 위한 조치이다.
- PLC제어 System  
System이 Validate 되어야 한다.
- 자동기록장치의 활용  
Monitor Recorder 활용  
온도, 습도, 입자도 등
- 공기조화장치는 Validation 할 수 있게 설계  
AHU, HVAC System에 풍량, 풍속, 온습도, 입자도, 여과율, Monitor
- ※ GMP에서 분리구획구분의 용어정리
- 분리 : 복수의 공정과 작업소 작업실이 완전 별개의 건물일 것. 우리나라의 경우 같은 건물내에서 공조설비와 출입구 반출입구가 별도로 되어 상호 누세함이 없음을 확인하면 분

리로 본다.

- 구획 : 계열이 유사한 제제의 경우, 약리활성이 보통인 경우, 동일 공조설비하에서 작업소 작업실을 운영하고 전용 또는 범용 갱의실을 둘 수 있다. 공기의 순환 재사용이 가능하지만 재순환 공기는 추가여과(HEPA등) 한다. Duct와 System 설비는 되도록 SUS로 하여약품누적에 따른 부식을 고려해야 한다. 구획의 방법으로는 작업실을 별도로 하고 낱하로 연결되게 하지만 커튼, 칸막이 Air Curtain 등으로 구획하거나 밀폐구조의 Isolator, Clean BOOTH를 쓸 수 있다. 창고나 합성장 같은 공정품의 출입이 빈번한 곳에는 전실, Air Curtain Vinyle Curtain 등을 설치한다.
- 구분 : 단순히 물리적 혼돈착오가 방지된 상태로 원자재보관소, 반제품 보관소 등에 바닥급, 그물 칸막이라든가 2차 포장기계간의 구분 등에 칸막이 사용으로 제품자재가 튀어나가는 걸 방지한다.
- ※ 원료와 원료약품 완제의약품
  - 원료 : 가공을 거쳐 원료의약품이 되는 물질
  - 원료의약품 : 의약품의 일종으로써 완제의약품의 원료가 된다.

- 완제의약품 : 인체에 직접 투여할 수 있는 주사제 정제 연고제 등이다.
- ※ 원료의약품 제조소
  - 화학물이나 천연물인 물질이 가공을 거쳐 원료의약품으로 변질시키는 곳으로 순도가 향상되는 공정과 소분공정도 포함된다. 시설기준령 시행규칙 제3조에 따르면 되지만
    - 원료의 투입구, 점검구 중간공정 등에서 오염 또는 교차오염이 이러날 경우 원료의약품으로써 불순물이 잔유하거나 합성될 우려가 있으면 부분적으로 Hood Curtain, Spot Vent 비산방지조치 등을 취해야 한다.
    - 최종공정을 거쳐 노출된 다음 더 이상 순도 향상이 이루어지지 않는 여과, 분쇄, 건조, 혼합, 포장 등 공정의 작업실은(제4조) 완전의약품 작업소, 제5조 무균작업소 제6조 특수약품작업소, 제7조 생물학적 제제작업소에 각각 준한다.

### 3. 의약품 공장의 청정도 구분

KGMP 규정 : 1A, 1B, 2, 3급

WHO 규정 : A, B, C, D

EU 규정 : A, B, C, D 작업시 비작업시

#### 3.1 작업환경 관리구역에 따른 관리 기준

청정도 등급	Class*	해당 작업실	구조조건	환기회수	관리기준
1A	100	-무균조작을 요하는 제제나 원료의 칭량, 조제, 충전, 폐색작업대	-HEPA filter -Clean bench Booth	수직:약 0.3m/sec 수평:약 0.45m/sec	-최대생균수 낙하균: 1개/시(Ø 9cm) 부유균:1개/m <sup>3</sup> -무균복장
		-무균제제나 원료의 충전·밀봉 작업대	-Clean bench Booth -단일방향류 작업실 -온습도 조절	작업실의 경우 600회전 이상가능	

청정도 등급	Class*	해당 작업실	구조조건	환기회수	관리기준
1B	10,000	-무균제제의 작업실 및 무균작업에 필요한 관리구역 -무균작업 전용의 갱의실 및 준비실 (pass box, Air Lock, Air shower) -폐쇄형 기계 isolator -용기세척멸균출구 -보관시설	-비단일 방향류 청정실 -Pre.+Med.+HEPA Filter -양압 -온·습도 조절	시간당 20회 이상 (경우에 따라 30회전 이상)	-최대생균수 낙하균 : 5개/시(Ø 9cm) 부유균 : 20개/m <sup>3</sup> -무균복장 -원료·자재의 외부소독 반입
2	100,000	-중앙청량실 -비무균제제의 조제, 충전·폐색 작업실 -무균제제의 용기 세척실 -반제품 보관소 -원료제조의 최종공정 -1차 포장작업실	-비단일 방향류 청정실 -Pre.+Med.+HEPA Filter -분진이 발생하는 작업실 : 주변이 양압이 되고 집진시설 구비 -분진이 발생되지 않는 작업실 : 양압	시간당 10회 이상 ※ 경우에 따라 20회	-최대생균수 (생균수 관리제제 작업실) 낙하균 : 20개/시(Ø 9cm) 부유균 : 200개/m <sup>3</sup> -전용복장
3	-	-청정도 1 및 2이외의 작업소 전역 -일반 포장실 -보관소	-Prefilter -온도, 습도관리	환 기	-갱의, 수세 -원료·자재의 외부청소 반입

\* Class(Clean room class)는 미연방규격(US Federal Standard) 209d의 청정도 상한농도 (> 0.5µm/ft<sup>3</sup>의 미립자 수)를 의미한다.

※ Class 100,000 2급의 경우 환기회수 20회/H에 HEPAFilter를 사용할 수 있다.

별 표(기타 각국의 관리기준과의 대비표)

청정도 기준 비교(공중 부유균의 무균실내 기준 비교)

KGMP		WHO GMP Guidline 1992		USP 23 Supp.1.8(1116) 1998		
Grade	CFU/M <sup>3</sup>	Grade	CFU/M <sup>3</sup>	Grade	Class	CFU/M <sup>3</sup>
1A	<1	A	<1	M.3.5	100	<3
-	-	B	<5	-	-	-
1B	<20	C	<100	M.5.5	10,000	<20
2	<200	D	<500	M.6.5	100,000	<200
FDA Guidline 1987		EU-GMP Annex 1.(1997)		JP 안 1998.6		
Grade	CFU/M <sup>3</sup> (환산치)	Grade	CFU/M <sup>3</sup> (평균치)	Grade	CFU/M <sup>3</sup>	
Critical Area	<3 (3.5)	A	<1	A	<3	
Controlled Area	<100 (88)	B	10	-	-	
		C	100	C	<20	
		D	200	D	<100	

최대 허용 부유 미립자

KGMP			WHO GMP Guidline 1992				USP 23 Supp.1.8(1116) 1998		
Grade	class	0.5µm/ft <sup>3</sup>	Grade	0.5~5µm (비 작업시)	> 5µm/m <sup>3</sup>	Grade	Class	0.5µm/m <sup>3</sup> (작업시)	
1A	100	100	A <sup>UDF</sup>	3,500	-	M.3.5	100	3,530	
			B	3,500	-	-	-	-	
1B	10,000	10,000	C	350,000	2,000	M.5.5	10,000	35,300	
2	100,000	100,000	D	3,500,000	20,000	M.6.5	100,000	3,530,000	
FDA 무균조작 Guidline 1987			EU-GMP: Annex 1.(1997)				JP 안 1998.6		
Grade	0.5 µm/ft	(작업시)	Grade	0.5µm/M <sup>3</sup> (비작업시)	5µm/M <sup>3</sup>	0.5µm/M <sup>3</sup> (작업시)	5µm/M <sup>3</sup>	Grade, 0.5µm/M <sup>3</sup>	
Critical Area	100		A <sup>UDF</sup>	3,500	0	3,500	0	A <sup>UDF</sup>	3,530
			B <sup>U-UDF</sup>	3,500	0	350,000	2000	B <sup>U-UDF</sup>	3,530
Controlled Area			C	350,000	2000	3,500,000	2000	C	3,530,000
	100,000		D	3,500,000	2000	작업형태에 따름		D	3,530,000

UDF : Unidirectional Flow.(단일방향류)

U-UDF: Un-unidirectional Flow(비단일방향류, 난류)



낙하균 규격 비교

KGMP		EU-GMP		FDA, USP, WHO, JP			
Grade	CFU/9cm <sup>3</sup>	Grade	CFU/4h	—	—	—	—
1A	1	A	<1	—	—	—	—
-	-	B	5	—	—	—	—
1B	5	C	50	—	—	—	—
2	20	D	100	—	—	—	—

부착균수 규격 비교

Grade		M, 3.5	M, 5.5		M, 6.5
USP	바닥(24~30cm <sup>2</sup> )	<3CFU	<10CFU	-	-
	설비표면(24~30cm <sup>2</sup> )	<3CFU	<5CFU	-	-
	작업복(24~30cm <sup>2</sup> )	<5CFU	<20CFU	-	-
	장갑(24~30cm <sup>2</sup> )	<3CFU	<10CFU	-	-
Grade		A	B	C	D
EU-GMP	바닥(Ø55mm plate)	<1CFU	-	-	-
	설비표면	-	<5CFU	<25CFU	<50CFU
	작업복	-	-	-	-
	장갑(Ø55mm plate)	<1CFU	<5CFU	-	-
Grade		A	B	C	D
JP	바닥	-	-	-	-
	설비표면(24~30cm <sup>2</sup> )	<1CFU	<5CFU	<25CFU	<50CFU
	작업복	-	-	-	-
	장갑(24~30cm <sup>2</sup> )	<1CFU	<5CFU	-	-
KGMP FDA WHO		규격없음			

4. 의약품공장의 공조설비시 유의사항

4.1 제조의약품의 특성 이해

- 법적인 분리구획 구분

- 일반의약품
- 완제의약품
- 특수의약품
- 원료의약품

- 생물학적제제
- 제조약물의 특성 이해
- 보관온도 습도
- 무균소
- 분진비상 등
- 제조공정의 이해
- 제조기계의 이해
- 적절한 배치계획(출입구, 화장실 등)
- 지원설비의 계획(청정실 등)
- 종합배치도 특히 설비건축전기의 Joint Review

#### 4.2 ICR과 다른 건축적 시공점

- 물청소 소독 혼중이 가능할 것
- 약진(약면지)이 발생하는 청정실 대책

#### 4.3 복합적청정실

- 무균 비무균

- 제습 비제습
- 양압 음압
- 각 작업실이 혼재하고 있다.
- 경제성 고려 적정점 도출

#### 4.4 작은 작업실이 많다

작업실은 각각 낭하로 연결된다.  
작업실별 공기 환기를 노치면 안된다

#### 5. 맺음말

여러 가지 공조설비 기술자에게 전달내용이 많으나  
지면관계상 이상으로 줄이며, 산만한 논리전개에 죄  
송함을 표한다. 이상의 내용이 조금이나마 설계에 도  
움이 되면 더없이 보람이 되리라 믿고 독자 중 의문이  
있거나 질문이 있으면 언제고 환영합니다.