

한국한의학연구원, 구본초

---

# 통계 프로그래밍 언어

2020년도 1학기 충남대학교 정보통계학과 강의 노트



---

# *Contents*

---

<b>List of Tables</b>	<b>v</b>
<b>List of Figures</b>	<b>vii</b>
<b>Course Overview</b>	<b>ix</b>
<b>I Get Started</b>	<b>1</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>3</b>
1.1 R 설치하기 . . . . .	4
1.2 R 시작 및 작동 체크 . . . . .	14
1.3 R script 편집기 사용 . . . . .	18
1.4 RStudio . . . . .	20
1.4.1 RStudio 설치하기 . . . . .	21
1.4.2 RStudio IDE 화면 구성 . . . . .	24
1.4.3 RStudio 환경 설정 . . . . .	30
1.4.4 RStudio 프로젝트 . . . . .	39
1.5 R 패키지 . . . . .	42
1.5.1 R 패키지 경로 확인 및 변경 . . . . .	43
1.5.2 R 패키지 설치하기 . . . . .	45
1.5.3 R 패키지 불러오기 . . . . .	46
1.6 R 기초 문법 . . . . .	47

1.7 R Markdown (맛보기) . . . . .	51
--------------------------------	----

---

---

## *List of Tables*

---

0.1 강의 계획표 . . . . .	xii
1.1 R help 관련 명령어 리스트 . . . . .	17



---

## *List of Figures*

---

1.1	Windows에서 R 실행화면(콘솔 창, SDI 모드) . . . . .	13
1.2	정규분포 100개의 히스토그램 . . . . .	16
1.3	cars 데이터셋의 speed와 dist 간 2차원 산점도: speed는 자동차 속도(mph)이고 dist는 해당 속도에서 브레이크를 밟았을 때 멈출 때 까지 걸린 거리(ft)를 나타냄. . . . .	20
1.4	RStudio 화면 구성 : 우하단 그림은 <a href="http://r-statistics.co/Top50-Ggplot2-Visualizations-MasterList-R-Code.html">http://r-statistics.co/Top50-Ggplot2-Visualizations-MasterList-R-Code.html</a> 에서 발췌 . . . . .	24
1.5	RStudio 콘솔창에서 명령어 실행 후 출력결과 화면 . . . . .	25
1.6	RStudio 스크립트 새로 열기 . . . . .	26
1.7	RStudio Environment 창 객체 상세 정보 및 스프레드 시트 출력 결과 . . . . .	27
1.8	R General option 팝업 창 . . . . .	31
1.9	R Markdown의 최종 결과물 산출과정 ( <a href="http://r-project-reporting-template/">http://r-project-reporting-template/</a> ) . . . . .	52
1.10	test.html 문서 화면(저장 폴더 내 ‘test.html‘을 크롬 브라우저로 실행) . . . . .	55



## ***Course Overview***



본 문서는 2020년도 1학기 정보통계학과에서 개설한 “통계 프로그래밍 언어” 강의를 위해 개발한 강의 노트이고 주 단위로 업데이트될 예정임. 본 강의 노트는 <https://zorba78.github.io/cnu-r-programming-lecture-note/> 에서 확인할 수 있고, 해당 페이지에서 pdf 파일 다운로드가 가능함. 본 문서는 Yihui Xie가 개발한 **bookdown** 패키지 (Xie, 2016)를 활용하여 생성한 문서이고 Google Chrome 또는 Firefox 브라우저에 최적화 됨. 아울러 충남대학교 정보통계학과 이상인 교수님의 2019년도 2학기 “통계패키지활용” 강의 노트와 동국대학교 ICT빅데이터학부 김진석 교수님의 R 프로그래밍 및 실습<sup>1</sup> 강의 자료 내용과 구성을 참고하여 작성함. 재택 수업 시 학생들이 사용하고 있는 컴퓨터의 인터넷 접속이 원활하다는 가정 하에서 강의를 진행할 예정이기 때문에 수강 시 온라인 상태 유지가 필수임.

### **강의소개**

R은 뉴질랜드 오클랜드 대학의 Robert Gentleman 과 Ross Ihaka 가 AT&T 벨 연구소에서 개발한 S 언어를 기반으로 개발한 GNU 환경의 통계 계산 및 프로그래밍 언어이다. 현재 R 소프트웨어는 통계학 뿐 아니라 데이터 과학을 포함한 의학, 생물학 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며 특히 통계 소프트웨어 개발과 데이터 분석에 많이 활용되고 있다. 본 강의는 데이터 분석을 위한 R의

기초 문법과 통계학 입문에서 학습한 몇 가지 중요한 통계적 이론에 대한 시뮬레이션 방법을 다룬다. 아울러 R package를 활용한 데이터 핸들링 및 시각화 그리고 Rmarkdown을 활용한 재현가능(reproducible)한 문서 작성법에 대해 학습하고자 한다.

#### 교과 목표

- R 기초 문법 습득
- R package를 활용한 데이터 핸들링 및 자료 시각화
- R 시뮬레이션을 통한 통계학 기초 이론 확인
- R을 이용한 데이터 분석 실습
- R markdown을 이용한 재현가능(reproducible)한 보고서 작성 방법  
습득

#### 선수과목

#### 통계학 개론

#### 수업 방법

- 강의: 50 %
- 실험/실습: 50%

#### 평가방법

- 중간고사: 40 %
- 기말고사: 40 %
- 출석: 10 %
- 과제: 10 %

### 수업 규정

- 3번 지각은 1번 결석으로 처리
- 특별한 사유 없이 수업 중간에 이탈한 경우 결석으로 처리
- 특별한 사유로 인해 결석 또는 지각을 할 경우 사유를 증빙할 수 있는 서류 제출 시 출석으로 인정
- 출결 미달, 중간 또는 기말고사 미 응시인 경우 F 학점으로 처리
- 수업 중 휴대폰 및 각종 모바일 기기 사용 금지

### 교재 및 참고문헌

별도의 교재 없이 본 강의 노트로 수업을 진행할 예정이며, 수업의 이해도 향상을 위해 아래 소개할 도서 및 웹 문서 등을 참고할 것을 권장함.

### 참고 자료

- 실리콘밸리 데이터과학자가 알려주는 따라하며 배우는 데이터 과학 ([권재명, 2017](#))
- R을 이용한 데이터 처리&분석 ([서민구, 2014](#))
- R 그래픽스 ([유충현 et al., 2005](#))
- ggplot2: elegant graphics for data analysis<sup>2</sup> ([Wickham, 2016](#))
- R for data science<sup>3</sup> ([Wickham and Grolemund, 2016](#))
- Statistical Computing with R ([Rizzo, 2019](#))

<sup>2</sup><https://ggplot2-book.org/>

<sup>3</sup><https://r4ds.had.co.nz/>

## 강의 계획

**TABLE 0.1:** 강의 계획표

주차	강의 내용	과제
Week 1	R 소개, R/R Studio 설치, R 패키지 설치, 과제 1 R 맛보기 및 markdown 문서 만들기	
Week 2	R 자료형: 스칼라, 벡터, 리스트	
Week 3	R 자료형: 행렬 및 배열	과제 2
Week 4	R 자료형: 팩터, 테이블, 데이터 프레임	
Week 5	R 자료형: 문자열과 정규 표현식	과제 3
Week 6	데이터 프레임 가공 및 시각화 I	
Week 7	데이터 프레임 가공 및 시각화 II	과제 4
Week 8	중간고사	
Week 9	데이터 프레임 가공 및 시각화 III	
Week 10	R 프로그래밍: 조건문, 반복문, 함수	과제 5
Week 11	통계시뮬레이션 I: 표본분포 및 중심극한정리	
Week 12	통계시뮬레이션 2: 신뢰구간과 가설검정	과제 6
Week 13	R을 이용한 기초통계 분석	
Week 14	R markdown 활용	과제 7
Week 15	기말고사	

## **Part I**

# **Get Started**



# 1

---

## *Introduction*

---

### 1. R 프로그램

- 데이터 분석을 위한 자료 전처리, 통계 및 시각화를 지원하는 컴퓨터 언어 및 환경
- 1980년 AT&T 벨 연구소의 John Chambers가 개발한 S 언어를 기반으로 1995년 뉴질랜드 Auckland 대학의 통계학과 교수 Robert Gentleman과 Ross Ihaka 가 개발
- GNU<sup>1</sup> 기반의 오픈 소스
- 통계학, 전산학, 생물학, 의학 등 거의 모든 학문분야에서 분석도구로 활용되고 있고, 최근 data science 분야에서 널리 활용

### 2. R 언어의 특징

- 무료 소프트웨어
- CRAN (Comprehensive R Archive Network)<sup>2</sup>에서 배포
- 특정 vendor가 아닌 전 세계 연구자들이 개발한 알고리즘 및 최신 함수 활용 가능 (packaging system)
- 범용적으로 사용되는 거의 대부분의 운영체제 (Windows, Mac, Linux)에서 작동 가능

---

<sup>1</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/GNU\\_Project](https://en.wikipedia.org/wiki/GNU_Project)

<sup>2</sup><http://cran.r-project.org/web/view>

- 방대한 개발 및 사용 생태계 형성
- 강력한 그래픽 기능



**유용한 웹 사이트:** R과 관련한 거의 모든 문제는 Googling (구글을 이용한 검색)을 통해 해결 가능(검색주제 + “in R” or “in R software”)하고 많은 해답들이 아래 열거한 웹 페이지에 게시되어 있음.

- R 프로그래밍에 대한 Q&A: Stack Overflow<sup>3</sup>
- R 관련 웹 문서 모음: Rpubs<sup>4</sup>
- R package에 대한 raw source code 제공: Github<sup>5</sup>
- R을 이용한 통계 분석: Statistical tools for high-throughput data analysis (STHDA)<sup>6</sup>

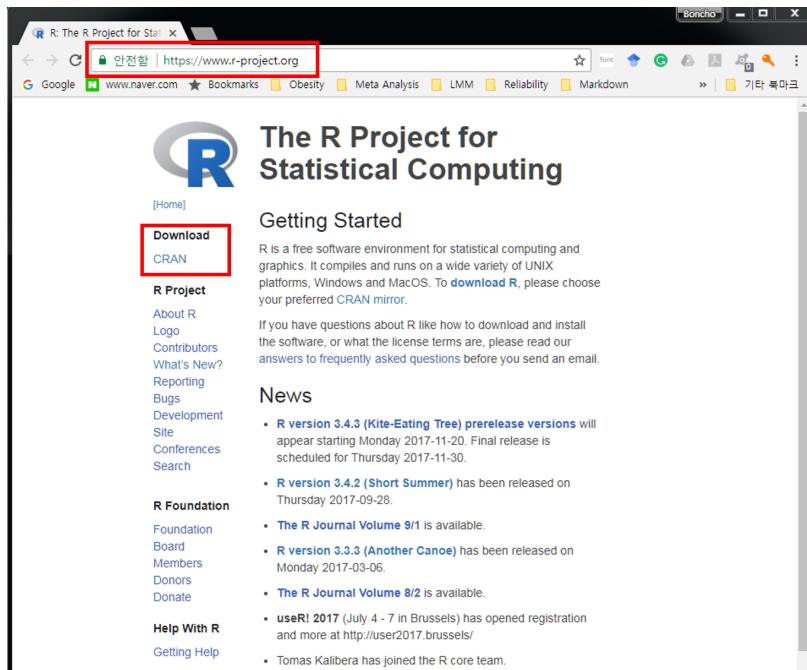
## 1.1 R 설치하기

R 다운로드 사이트: <https://www.r-project.org> 또는 <https://cran.r-project.org>

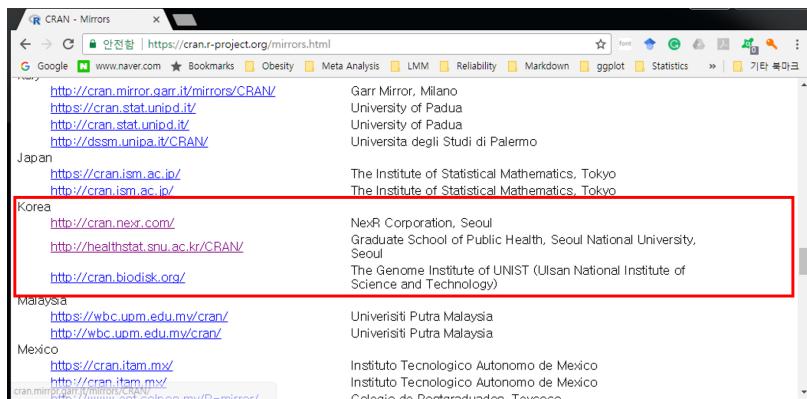
1. 웹 브라우저 (i.e. Explore, Chrome, Firefox 등)의 주소 입력창에 <https://www.r-project.org>
2. 좌측 R Logo 하단 Download 아래 CRAN 클릭

## 1.1 R 설치하기

5



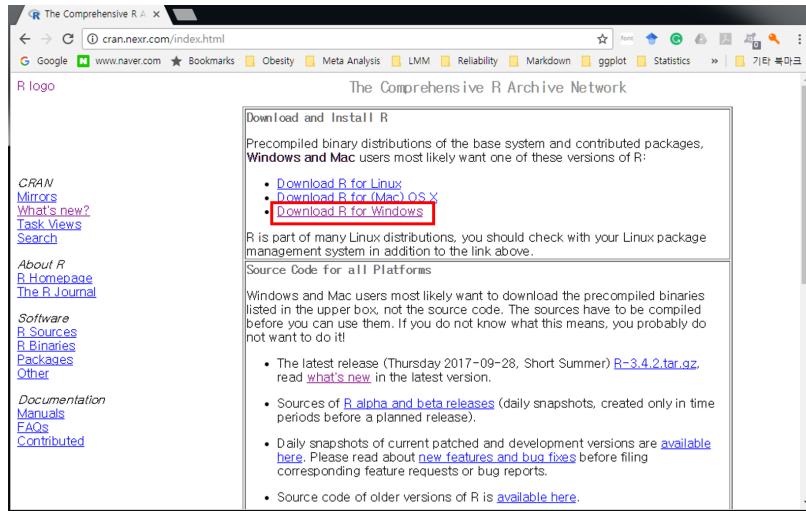
3. 클릭 후 연결한 페이지를 스크롤 후 Korea 아래 링크<sup>7</sup> 클릭



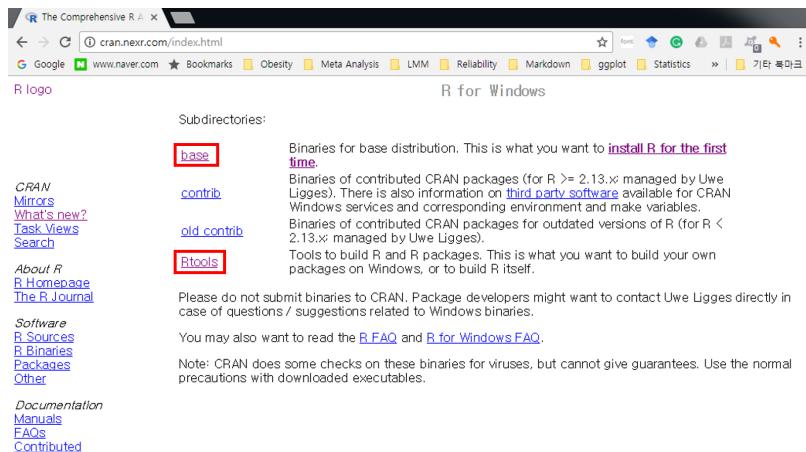
4. 클릭 후 세 가지 운영체제(Linux, Mac OS X, Windows)에 따른 R 버전 선택 가능<sup>8</sup>

<sup>7</sup> 해당 링크들은 접속 시점에 따라 변경될 수 있음

<sup>8</sup> 본 노트는 Windows 버전 설치만 다룸



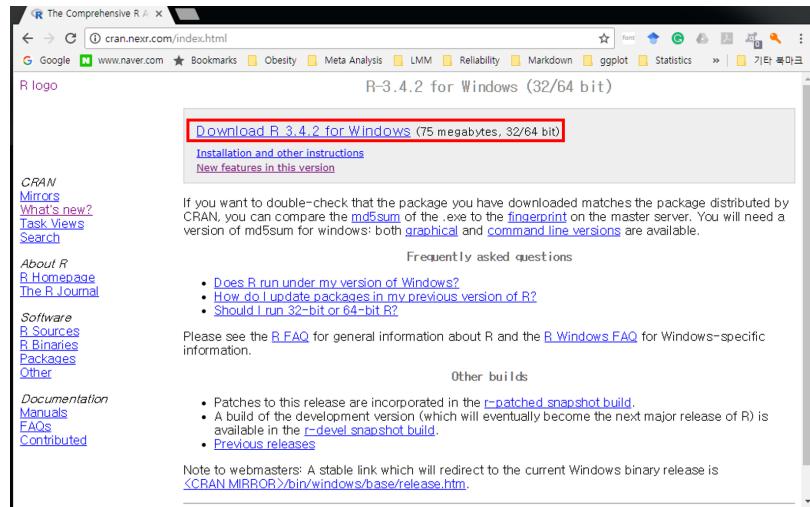
## 5. Downloads R for Windows 링크 클릭하면 다음과 같은 화면으로 이동



다음 하위폴더에 대한 간략 설명

- **base**: R 실행 프로그램
- **contrib**: R package의 바이너리 파일
- **Rtools**: R package 개발 및 배포를 위한 프로그램

6. 위 화면에서 **base** 링크 클릭 후 아래 화면에서 **Downloads R 3.x.x for Windows** 를 클릭 후 설치 파일을 임의의 디렉토리에 저장 및 실행

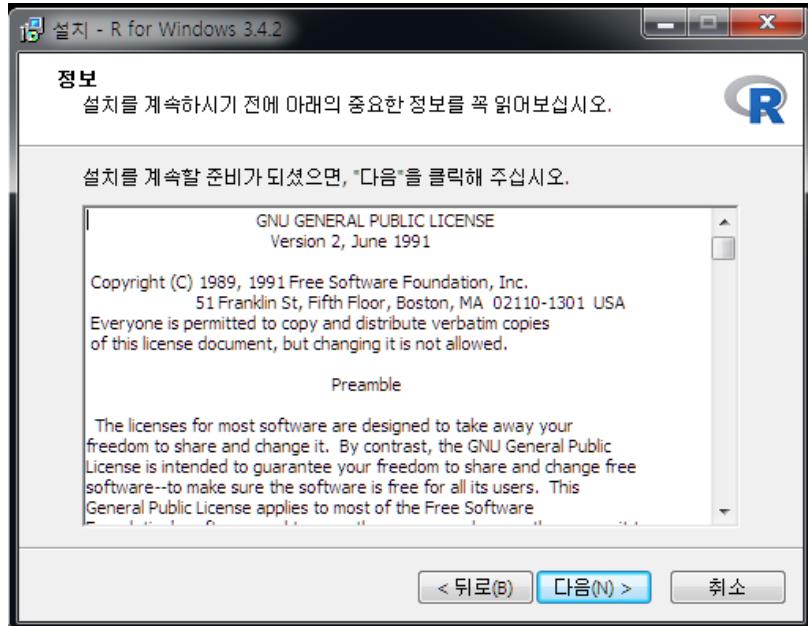


7. 다운로드한 파일을 실행하면 아래와 같은 대화창이 나타남

- 한국어 선택 → 환영 화면에서 [다음(N)>] 클릭

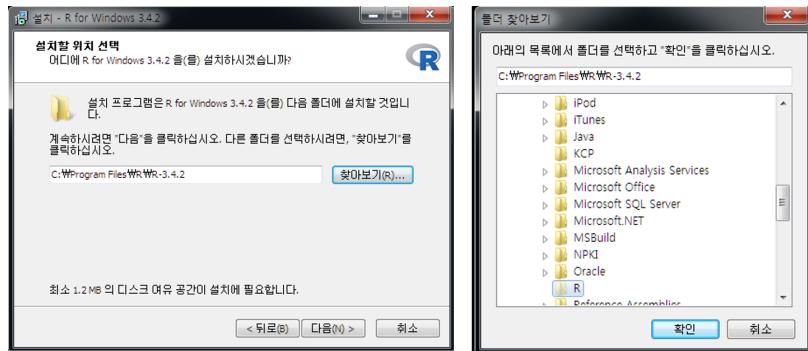


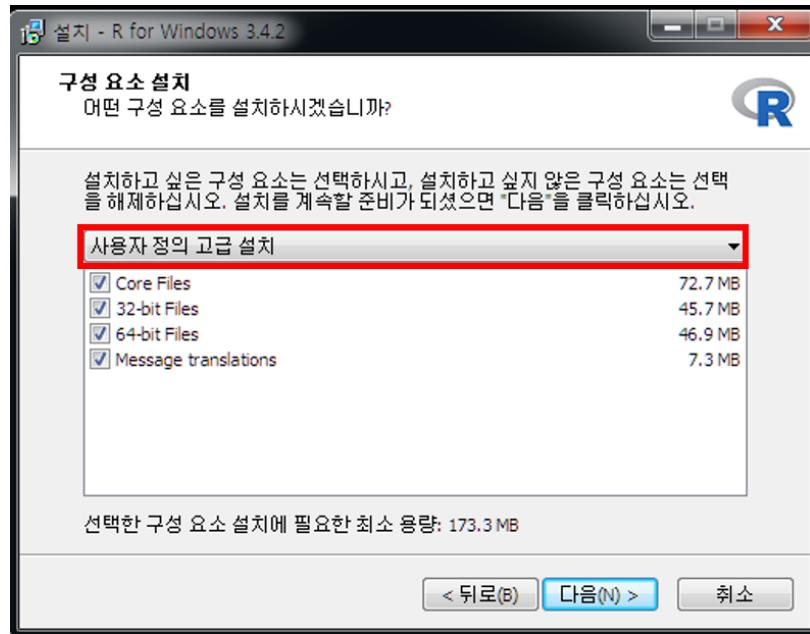
8. GNU 라이센스에 대한 설명 및 동의 여부([다음(N)>]) 클릭



#### 9. 설치 디렉토리 설정 및 구성요소 설치 여부

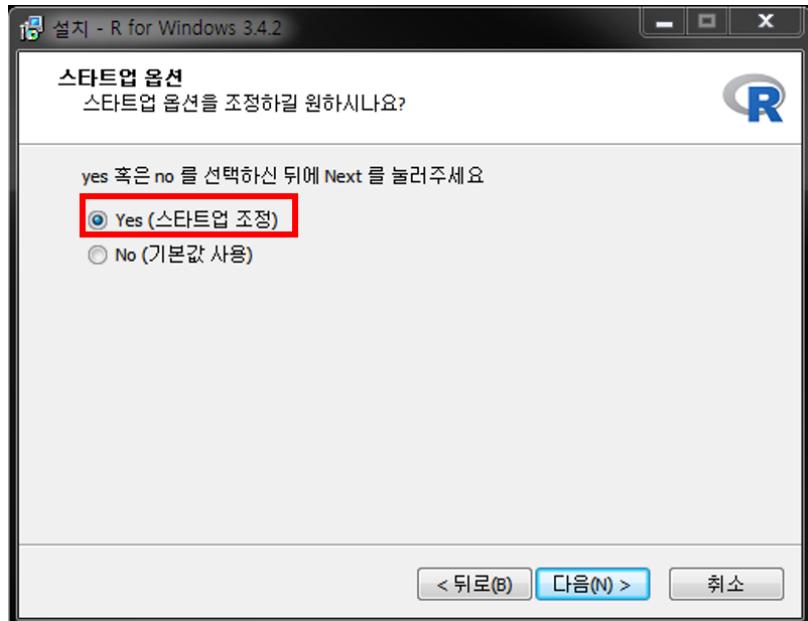
- 원하는 디렉토리 설정 (예: C:\R\R-3.x.x)
  - 기본 프로그램 (“Core Files”), 32 또는 64 bit 용 설치 파일, R console
- 한글 번역 모두 체크 뒤 [다음(N)>] 클릭





#### 10. R 스타트업 옵션 지정

- 기본값("No" check-button)으로도 설치 진행 가능
- 본 문서에서는 스타트업 옵션 변경으로 진행

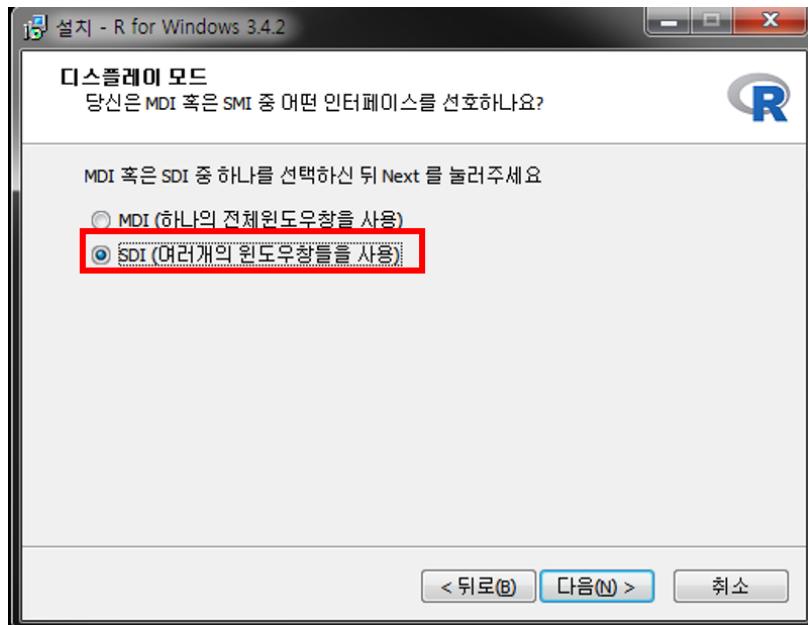


#### 11. 화면표시방식(디스플레이) 모드 설정 변경

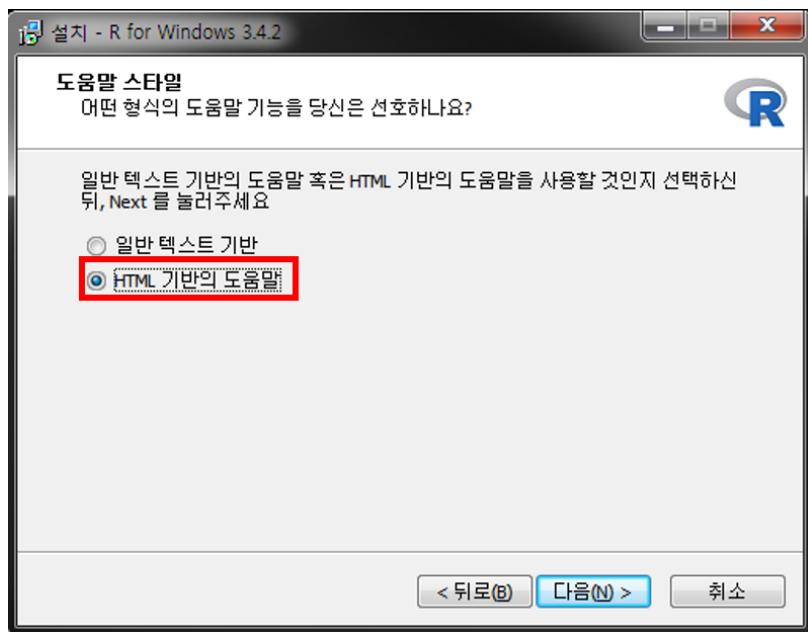
- MDI: 한 윈도우 내에서 script 편집창, 출력, 도움말 창 사용
- SDI: 다중 창에서 각각 script 편집창, 출력, 도움말 등을 독립적으로 열기

### 1.1 R 설치하기

11

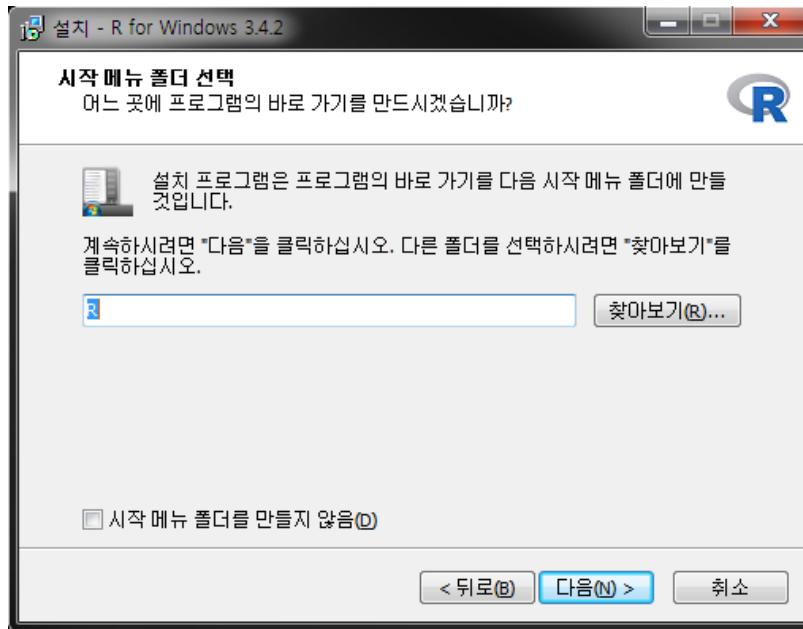


### 12. 도움말 형식에서 HTML 도움말 기반 선택



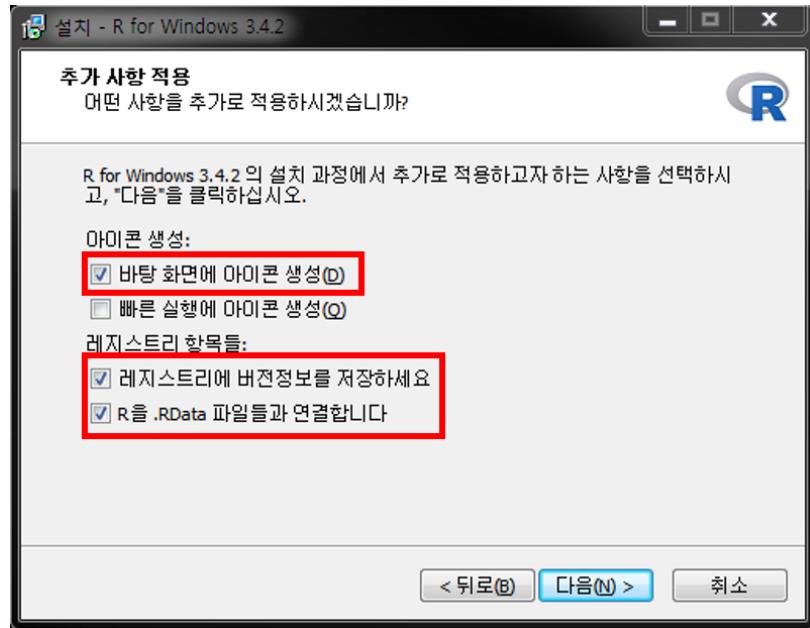
### 13. 시작메뉴 폴더 선택

- “바로가기”를 생성할 시작 메뉴 폴더 지정 후 [다음(N)>] 클릭 후 설치 진행
- 하단 “시작메뉴 폴더 만들지 않음” 체크박스 표시 시 시작메뉴에 “바로가기” 아이콘이 생성되지 않음(실행에 전혀 지장 없음)

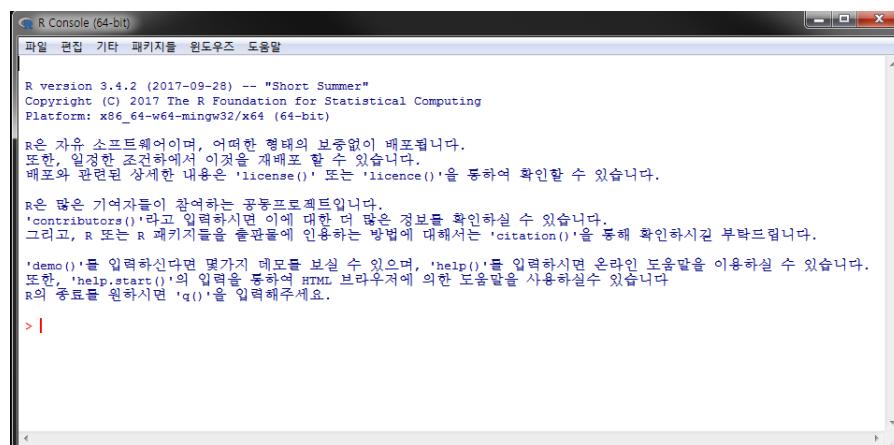


14. 추가 옵션 지정 : 바탕화면 아이콘 생성 등 추가적 작업 옵션 체크 후 [다음(N)>] 클릭 → 설치 진행

- 설치된 R 버전 정보 레지스트리 저장 여부
- .Rdata 확장자를 R 실행파일과 자동 연계



15. 설치 완료 후 바탕화면의 R 아이콘을 더블클릭하면 Rgui가 실행



**FIGURE 1.1:** Windows에서 R 실행화면(콘솔 창, SDI 모드)

## 1.2 R 시작 및 작동 체크



**실습:** 설치된 R을 실행 후 보이는 R 콘솔(console) 창에서 명령어를 실행하고 결과 확인

Figure 1.1 에서 > 기호는 R의 명령 프롬프트(command prompt) 임

- → 컴퓨터가 사용자 명령을 기다리고 있다는 기호
- 1. 현재 R session<sup>9</sup> 정보(R 설치 버전, locale, 로딩 packages) 출력

```
# R의 설치 버전 및 현재 설정된 locale(언어, 시간대) 및 로딩된 R package 정보 출력
sessionInfo()
```

```
R version 3.6.2 (2019-12-12)
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)
Running under: Windows 10 x64 (build 18363)
```

```
Matrix products: default
```

```
locale:
[1] LC_COLLATE=Korean_Korea.949  LC_CTYPE=Korean_Korea.949
[3] LC_MONETARY=Korean_Korea.949 LC_NUMERIC=C
[5] LC_TIME=Korean_Korea.949
```

```
attached base packages:
[1] stats      graphics   grDevices utils      datasets  methods   base
```

```
loaded via a namespace (and not attached):
```

---

<sup>9</sup>현재 실행되고 있는 R의 작업공간

```
[1] compiler_3.6.2 magrittr_1.5     bookdown_0.18.1 htmltools_0.4.0
[5] tools_3.6.2      yaml_2.2.1       Rcpp_1.0.3        stringi_1.4.6
[9] rmarkdown_2.1    knitr_1.28      stringr_1.4.0    digest_0.6.25
[13] xfun_0.12       rlang_0.4.5     evaluate_0.14
```

## 2. 문자열 출력

```
#문자열 출력
print("Hello R") #문자열
```

```
[1] "Hello R"
```

```
# 기호는 주석의 시작을 의미하고 실제로 실행되지 않음 같은 행에서 # 뒤 내용의
# 코드 역시 실행되지 않음
```

## 3. a라는 변수에 숫자 9, b라는 변수에 숫자 7를 할당 후 출력

```
# 수치형 값(scalar)을 변수에 할당(assign)
# 여러 명령어를 한줄에 입력할 때에는 세미콜론(;)으로 구분
a = 9; b = 7
a
```

```
[1] 9
```

```
b
```

```
[1] 7
```

## 4. 변수 a와 b의 사칙연산

```
a+b; a-b; a*b; a/b
```

```
[1] 16
```

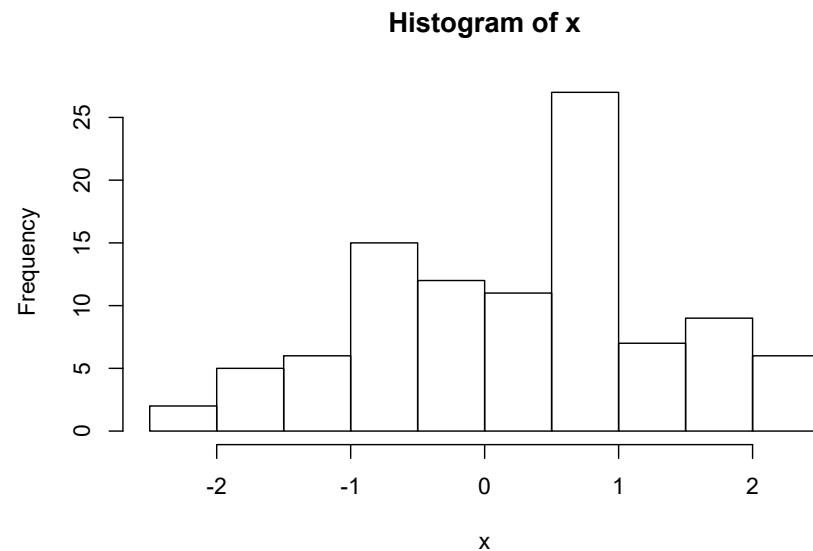
```
[1] 2
```

```
[1] 63
```

```
[1] 1.285714
```

5. R 그래픽 맛보기: 정규분포로부터 난수 100개 생성 후 생성된 데이터에 대한 히스토그램 작성

```
# 난수 생성 시 값은 매번 달라지기 때문에 seed를 주어 일정값이 생성되도록 고정
# "="과 "<-"는 모두 동일한 기능을 가진 할당 연산자임
# 평균이 0이고 분산이 1인 정규분포에서 난수 100개 생성
set.seed(12345) # random seed 지정
x <- rnorm(100) # 난수 생성
hist(x) # 히스토그램
```



**FIGURE 1.2:** 정규분포 100개의 히스토그램



R 명령어 또는 전체 프로그램 소스 실행 시 매우 빈번히 오류가 나타나는데, 이를 해결할 수 있는 가장 좋은 방법은 앞에서 언급한 Google을 이용한 검색 또는 R 설치 시 자체적으로 내장되어 있는 도움말을 참고하는 것이 가장 효율적임.

**Warning:** 패키지 'rmarkdown'는 R 버전 3.6.3에서 작성되었습니다

**Warning:** 패키지 'knitr'는 R 버전 3.6.3에서 작성되었습니다

**TABLE 1.1:** R help 관련 명령어 리스트

도움말 보기 명령어	설명	사용법
'help' 또는 '?'	도움말 시스템 호출	'help(함수명)'
'help.search' 또는 '??'	주어진 문자열을 포함한 문서 검색	'help.search(pattern)'
'example'	topic의 도움말 페이지에 있는 examples section 실행	'example(함수명)'
'vignette'	topic의 pdf 또는 html 레퍼런스 메뉴얼 불러오기	'vignette(패키지명 또는 패턴)'



### Vignette 의 활용

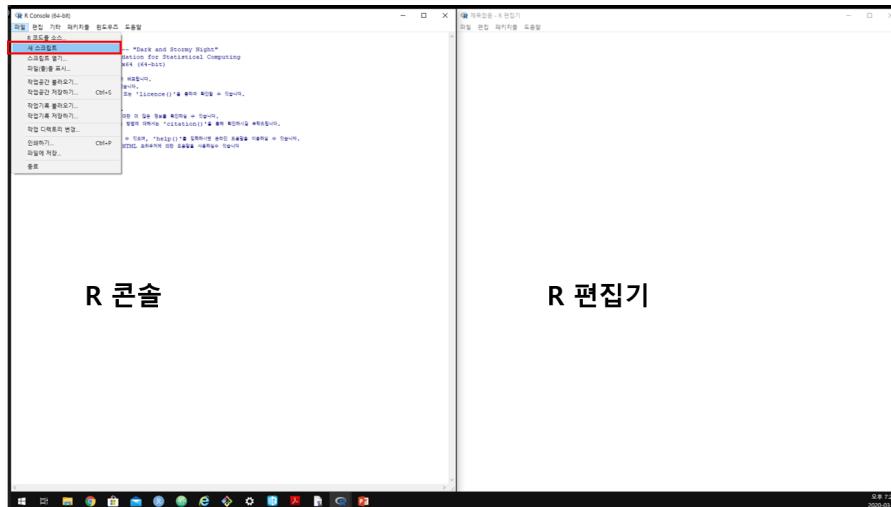
- `vignette()`에서 제공하는 문서는 데이터를 기반으로 사용하고자 하는 패키지의 실제 활용 예시를 작성한 문서이기 때문에 초보자들이 R 패키지 활용에 대한 접근성을 높혀줌.
- `browseVignettes()` 명령어를 통해 vignette을 제공하는 R 패키지 및 해당 vignette 문서 확인 가능

### 1.3 R script 편집기 사용



**실습:** R 설치 후 Rgui에서 제공하는 편집기(R editor)에 명령어를 입력하고 실행

설치된 R을 실행 후 상단 pull-down 메뉴에서 [File] → [새 스크립트]를 선택하면 아래 그림과 같이 편집창(R 인스톨 시 SDI 옵션 기준)이 나타남



편집기 창에 다음 명령어 입력

```
# R에 내장된 cars 데이터셋 불러오기 cars dataset에 포함된 변수들의 기초통계량
# 출력 2차원 산점도

data(cars)

help(cars) # cars 데이터셋에 대한 설명 help 창에 출력
head(cars) # cars 데이터셋 처음 6개 행 데이터 출력
summary(cars) # cars 데이터셋 요약
plot(cars) # 변수가 2개인 경우 산점도 출력
```

- 편집창에서 한 줄을 실행시키려면 명령어가 입력된 줄에서 [Ctrl] + [R] 입력
- 편집창에 입력한 모든 명령어를 실행시키려면 모든 줄을 선택(마우스 또는 [Shift] + ↓)

```

speed dist
1     4    2
2     4   10
3     7    4
4     7   22
5     8   16
6     9   10

      speed          dist
Min. : 4.0  Min. : 2.00
1st Qu.:12.0  1st Qu.: 26.00
Median :15.0  Median : 36.00
Mean   :15.4  Mean   : 42.98
3rd Qu.:19.0  3rd Qu.: 56.00
Max.   :25.0  Max.   :120.00

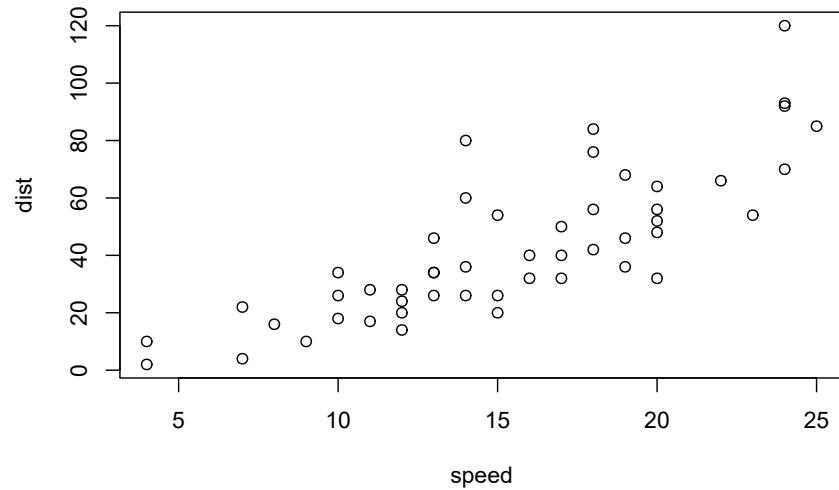
```

- R은 명령어를 입력하고 실행결과를 확인하는 대화형(interpreter) 방식
- 콘솔창에서 ↑/↓를 누르면 이전/이후 실행 명령 기록 확인 가능
- 여러 줄 이상 R 명령어라든가 반복적, 장기간 작업을 수행해야 할 경우 R 명령어로 구성된 스크립트 작성 후 일괄 실행하는 것이 일반적
- 여러 다중 명령 코딩 시 콘솔창에 직접 입력하는 것은 비효율적이므로 스크립트 에디터를 사용
- 위 예시처럼 R 에디터 사용할 수 있으나 가독성 및 코딩 효율이 떨어짐
- 과거 많이 사용됐던 R 에디터: WinEdt<sup>10</sup>, Tinn-R<sup>11</sup>, Vim<sup>12</sup>

<sup>10</sup><http://www.winedt.com>

<sup>11</sup><https://sourceforge.net/projects/tinn-r/>

<sup>12</sup>[http://www.vim.org/scripts/script.php?script\\_id=2628](http://www.vim.org/scripts/script.php?script_id=2628)



**FIGURE 1.3:** cars 데이터셋의 speed와 dist 간 2차원 산점도: speed는 자동차 속도(mph)이고 dist는 해당 속도에서 브레이크를 밟았을 때 멈출 때 까지 걸린 거리(ft)를 나타냄.

- 현재 가장 범용적 R 에디터: **Rstudio**

---

## 1.4 RStudio

- RStudio<sup>13</sup>: R 통합 분석/개발 환경(integrated development environment, IDE)으로 현재 가장 대중적으로 사용되고 있는 R 사용 환경
- 명령 콘솔 외 파일 편집, 데이터 객체, 명령 기록(.history), 그래프 등에 쉽게 접근 가능

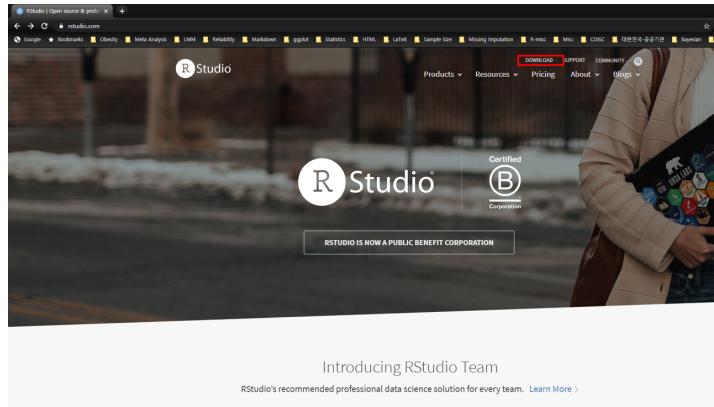
---

<sup>13</sup><https://rstudio.com/>

- RStudio 독자적인 개발 환경 제공: Rmarkdown, Rnotebook, Shiny Web Application 등 다양한 R 환경을 제공
- 버전관리(git, subversion)를 통해 project 관리 가능
- 무료 및 유료 소프트웨어 제공

#### 1.4.1 RStudio 설치하기

1. 웹 브라우저를 통해 <https://rstudio.com> 접속 후 상단 DOWNLOAD<sup>14</sup> 링크 클릭



2. Desktop 또는 Server 버전 중 택일

- 서버용 설치를 위해서는 Server 클릭 → 소규모 자료 분석용으로는 불필요
- 여기서는 Desktop 버전 선택 후 다음 링크로 이동

<sup>14</sup><https://rstudio.com/products/rstudio/download/>

The screenshot shows the RStudio download page. At the top, there's a navigation bar with links for DOWNLOAD, SUPPORT, and COMMUNITY. Below that is a main header "Download RStudio". Underneath, there's a section titled "Choose Your Version" with two main options: "RStudio Desktop" (Free, Open Source License) and "RStudio Server" (Free, Open Source License). Each option has a "DOWNLOAD" button highlighted with a red box. To the right, there's a sidebar for the "RStudio Team" featuring a team photo and a brief description of RStudio's new solution for professional data science teams.

RStudio Desktop	RStudio Server	RStudio Server Pro	
Open Source License	Commercial License	Commercial License	
<b>Free</b>	\$995 /year	\$4,975 /year (5 Named Users)	
<b>DOWNLOAD</b>	<b>BUY</b>	<b>DOWNLOAD</b>	<b>BUY</b>

Below the main table, there's a comparison chart showing features like "Integrated Tools for R", "Priority Support", and "Access via Web Browser" across the three versions.

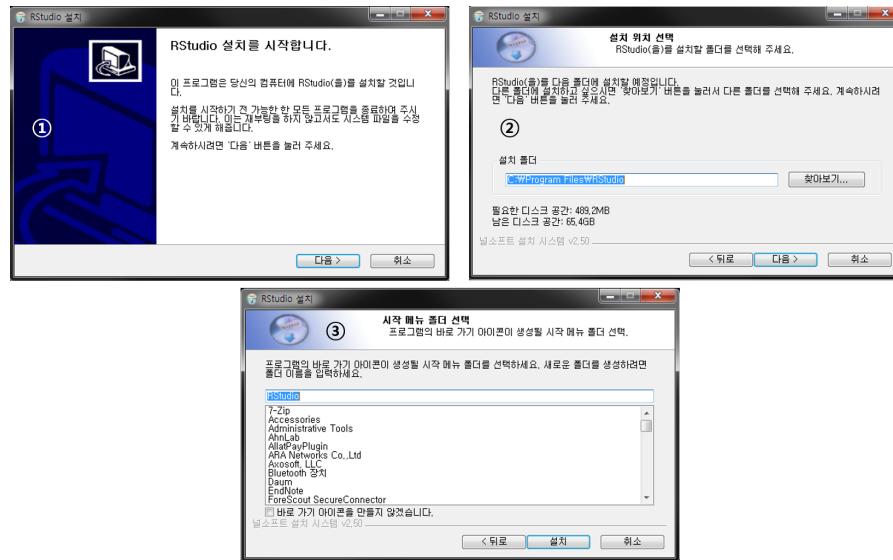
### 3. 운영체제에 맞는 Rstudio installer 다운로드(여기서는 Windows 버전 다운로드)

This screenshot shows the specific download page for RStudio Desktop 1.2.5033 for Windows. It includes a summary of requirements (Install R, Download RStudio Desktop), a large "DOWNLOAD RSTUDIO FOR WINDOWS" button (also highlighted with a red box), and a preview image of the RStudio IDE interface running on a dual-monitor setup.

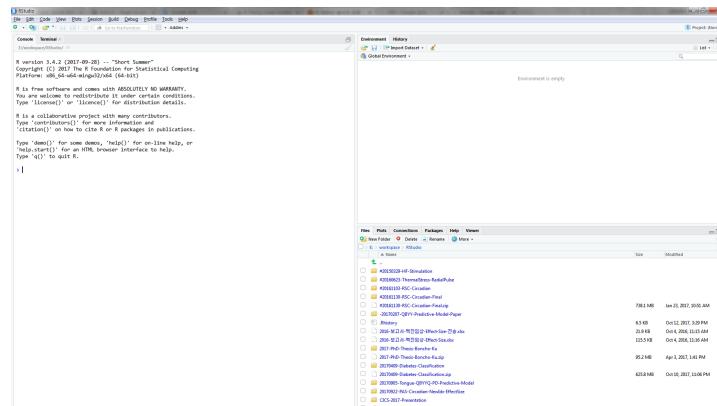
OS	Download	Size	SHA-256
Windows 10/8/7	<a href="#">RStudio-1.2.5033.exe</a>	149.81 MB	7f1d201b
macOS 10.12+	<a href="#">RStudio-1.2.5033.dmg</a>	126.99 MB	b67c9875
Ubuntu 14/Debian 8	<a href="#">rstudio-1.2.5033-amd64.deb</a>	98.12 MB	85e02a22
Ubuntu 16	<a href="#">rstudio-1.2.5033-amd64.deb</a>	104.14 MB	a15914e7
Ubuntu 18/Debian 10	<a href="#">rstudio-1.2.5033-amd64.deb</a>	105.21 MB	03eaa295
Fedor 19/Red Hat 7	<a href="#">rstudio-1.2.5033-x86_64.rpm</a>	120.23 MB	3b142d08
Fedor 28/Red Hat 8	<a href="#">rstudio-1.2.5033-x86_64.rpm</a>	120.87 MB	4f2b0x00

### 4. RStudio installer 다운로드 시 파일이 저장된 폴더에서 보통 RStudio-xx.xx.xxx.exe 형식의 파일명 확인

- 더블 클릭 후 실행
- [다음>] 몇 번 클릭 후 설치 종료

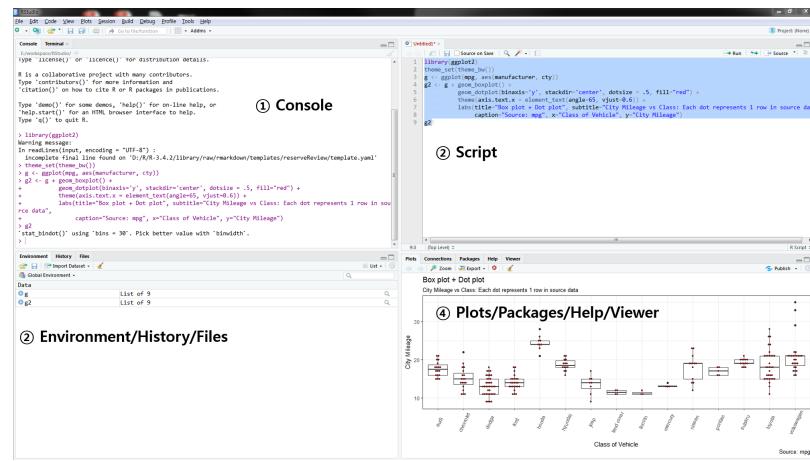


5. 바탕화면 혹은 시작 프로그램에 새로 설치된 RStudio 아이콘 클릭 후 아래와 같은 프로그램 창이 나타나면 설치 성공



### 1.4.2 RStudio IDE 화면 구성

RStudio는 아래 그림과 같이 4개 창으로 구성<sup>15</sup>



**FIGURE 1.4:** RStudio 화면구성: 우하단 그림은 <http://r-statistics.co/Top50-Ggplot2-Visualizations-MasterList-R-Code.html>에서 발췌

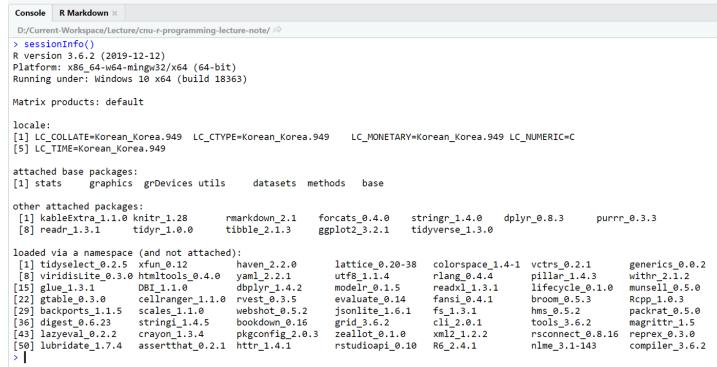
#### 1. 콘솔(console)

- R 명령어 실행공간 (RGui, 정확하게는 R 설치 디렉토리에서 “~/R/R.x.x/bin/x64/Rterm.exe”가 구동되고 있는 공간)
- R script 또는 콘솔 창에서 작성한 명령어(프로그램) 실행 및 그 결과 출력
- 경고, 에러/로그 등의 메세지 확인

#### 2. 스크립트(script) (Figure 1.6)

- R 명령어 입력 공간으로 일괄처리 (batch processing) 가능
- 새로운 스크립트 창 열기
  - 아래 그림과 같이 pull-down 메뉴 좌측 상단 아이콘 클릭 후 [R script] 선택

<sup>15</sup>각 창의 위치는 세팅 구성에 따라 달라질 수 있음. 창 구성 방법은 RStudio 환경 옵션 설정에서 설명함.



```

Console | R Markdown | D:/Current-Workpace/Lecture/cnu-r-programming-lecture-note/ ↵
> sessionInfo()
R version 3.6.2 (2019-12-12)
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)
Running under: Windows 10 x64 (build 18363)

Matrix products: default

locale:
[1] LC_COLLATE=Korean_Korea.949  LC_CTYPE=Korean_Korea.949   LC_MONETARY=Korean_Korea.949 LC_NUMERIC=C
[5] LC_TIME=Korean_Korea.949

attached base packages:
[1] stats      graphics   grDevices utils      datasets   methods    base

other attached packages:
[1] kableExtra_1.1.0 knitr_1.28    rmarkdown_2.1    forcats_0.4.0  stringr_1.4.0  dplyr_0.8.3   purrr_0.3.3
[8] readr_1.3.1   tidyverse_1.3.0 tibble_2.1.3     ggplot2_3.2.1  tidyverse_1.3.0

loaded via a namespace (and not attached):
[1] tidyselect_0.2.5  xfun_0.14.0    haven_2.2.0    colorspace_1.4-1  vctrs_0.2.1    generics_0.0.2
[9] gridExtra_0.3.0   htmltools_0.4.0  janitor_2.2.1  utf8_1.1.4       pillar_1.4.3    withr_2.1.2
[15] glue_1.3.3       DBI_1.1.0      dbplyr_1.4.2   modelr_0.1.5   readxl_1.3.1   lifecycle_0.1.0
[22] gttable_0.3.0    cellranger_1.1.0  rvest_0.3.5    evaluate_0.14  fansi_0.4.1    broom_0.5.3
[29] backports_1.1.5 scales_1.1.0     webshot_0.5.2  jsonlite_1.6.1  fs_1.3.1      hms_0.5.2
[36] digest_0.6.23   stringi_1.4.5  bookdown_0.16  grid_3.6.2     cli_2.0.1      tools_3.6.2
[43] lazyeval_0.2.2  crayon_1.3.4   pkgconfig_2.0.3  zealot_0.1.0   xdl_1.2.2     magrit_1.5
[50] lubridate_1.7.4 assertthat_0.2.1 httr_1.4.1     rstudiosapi_0.10 Rd_2.4.1     rconnect_0.8.16
[58] compiler_3.6.2

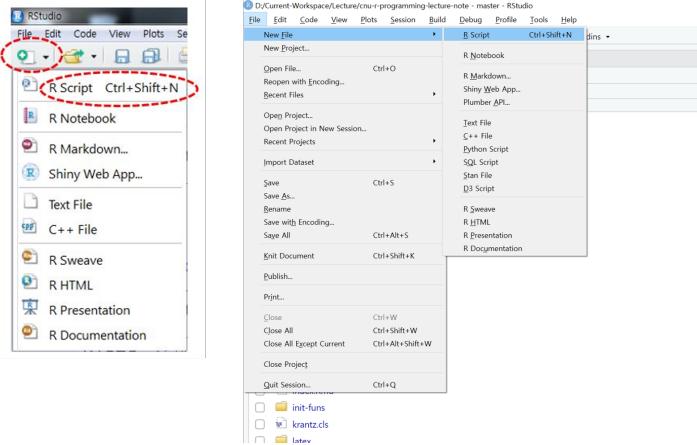
```

**FIGURE 1.5:** RStudio 콘솔창에서 명령어 실행 후 출력결과 화면

- [File] → [New File] → [R Script] 선택
- 단축 키: [Ctrl] + [Shift] + [N]
- 일괄 명령어 처리를 위한 RStudio 제공 단축 키
  - [Ctrl] + [Enter]: 선택한 블럭 내 명령어 실행
  - [Alt] + [Enter]: 선택 없이 커서가 위치한 라인의 명령어 실행
- R 스크립트 이외 R Markdown, R Notebook, Shiny web application 등 새 문서의 목적에 따라 다양한 종류의 소스 파일 생성 가능
- 저장된 R 스크립트 파일은 파일명.R로 저장됨
- 파일 실행 방법
  - 실행하고자 하는 파일을 읽은 후 ([File] → [Open File] + 파일명 선택 또는 파일명.R 더블 클릭) 입력된 모든 라인을 선택한 뒤 [Ctrl] + [Enter]
  - 파일 읽은 후 [Ctrl] + [Shift] + [S] (현재 열려있는 \*.R 파일에 대해) 또는 [Ctrl] + [Shift] + [Enter]



RStudio는 코딩 및 소스 작성의 효율성을 위해 여러 가지 단축 키를 제공하고 있음. 단축키는 아래 그림과 같이 pull down 메뉴 [Tools] 또는 [Help]에서 [Keyboard shortcut help] 또는 [Alt] + [Shift] + [K] 단축키를 통해 확인할 수 있음. 또는



**FIGURE 1.6:** RStudio 스크립트 새로 열기

Rstudio cheatsheet에서 단축키에 대한 정보를 제공하는데 pull down 메뉴 [Help] → [Cheatsheets] → [RStudio IDE Cheat Sheet]을 선택하면 각 아이콘 및 메뉴 기능에 대한 개괄적 설명 확인 가능함.

### 3. 환경/명령기록(Environment/History) (Figure 1.7)

- **Environment:** 현재 R 작업환경에 저장되어 있는 객체의 특성 및 값 등을 요약 제시
  - 좌측 아래 화살표 버튼 클릭: 해당 객체의 상세 정보 확인
  - 우측 사각형 버튼 또는 객체(데이터셋명) 클릭: 객체가 데이터셋(데이터프레임)인 경우 스프레드 시트 형태로 데이터셋 확인
- **History:** R 콘솔에서 실행된 명령어(스크립트)들의 이력 확인

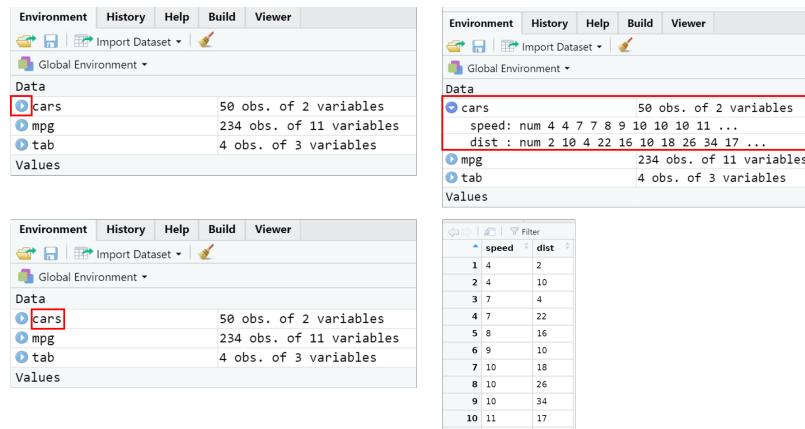


FIGURE 1.7: RStudio Environment 창 객체 상세 정보 및 스프레드 시트 출력 결과

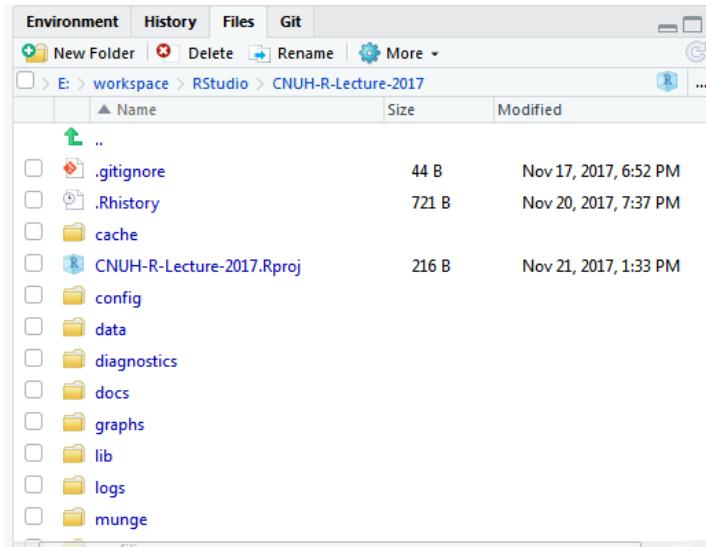
```

Environment History Connections Git
To Console To Source
ReadExcel <- function(filename) {
  require(XLConnect)
  require(plyr)
  WB <- loadWorkbook(filename)
  SheetName <- getSheets(WB)
  DF1 <- llply(SheetName, function(name) readWorksheet(WB, sheet=name))
  names(DF1) <- SheetName
  return(DF1)
}
ReadExcel <- function(filename) {
  require(XLConnect)
  require(plyr)
  WB <- loadWorkbook(filename)
  SheetName <- getSheets(WB)
  DF1 <- llply(SheetName, function(name) readWorksheet(WB, sheet=name))
  names(DF1) <- SheetName
  return(DF1)
}

```

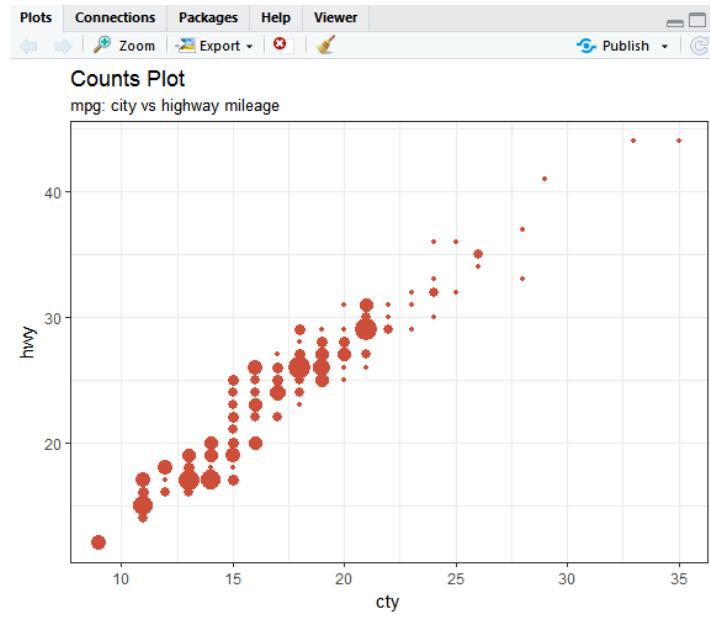
#### 4. File/Plots/Packages/Help/Viewer

- File: Windows 파일 탐색기와 유사한 기능 제공
  - 파일 및 폴더 생성, 삭제/파일 및 폴더명 수정, 그리고 작업경로 설정



- **Plots:** 생성한 그래프 출력

- 작업 중 생성한 그래프 이력이 Plots 창에 저장: ← 이전, → 최근
- **Zoom:** 클릭 시 해당 그래프의 팝업창이 생성되고 팝업창의 크기 조정을 통해 그래프의 축소/확대 가능
- **Export:** 선택한 그래프를 이미지 파일 (.png, .jpeg, .pdf 등)로 저장할 수 있고, 클립보드로 복사 가능

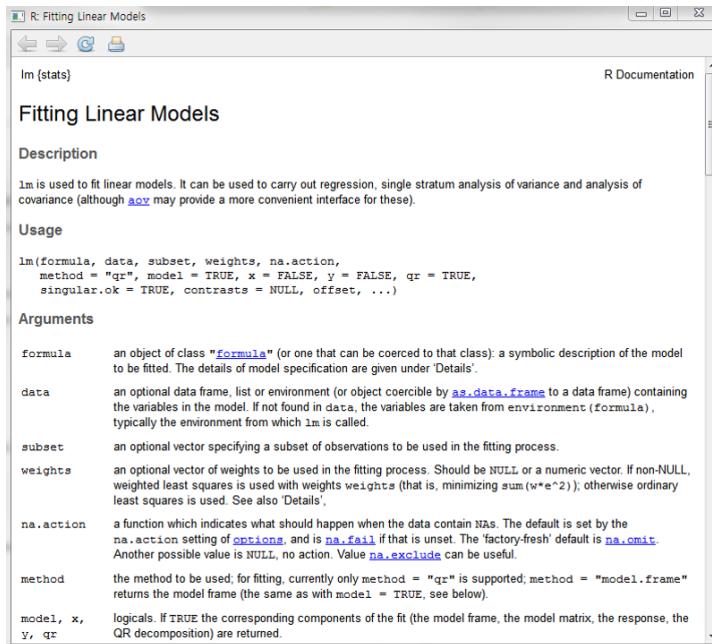


- **Packages:** 현재 컴퓨터에 설치된 R 패키지 목록 출력
  - 신규 설치 및 업데이트 가능

Name	Description	Version
<b>System Library</b>		
A3	Accurate, Adaptable, and Accessible Error Metrics for Predictive Models	1.0.0
abbyyR	Access to Abbyy Optical Character Recognition (OCR) API	0.5.1
abc	Tools for Approximate Bayesian Computation (ABC)	2.1
abc.data	Data Only: Tools for Approximate Bayesian Computation (ABC)	1.0
ABC.RAP	Array Based CpG Region Analysis Pipeline	0.9.0
ABCAnalysis	Computed ABC Analysis	1.2.1
abcdefBA	ABCDE_FBA: A-Biologist-Can-Do-Everything of Flux Balance Analysis with this package.	0.4
ABCOptim	Implementation of Artificial Bee Colony (ABC) Optimization	0.15.0
ABCp2	Approximate Bayesian Computational Model for Estimating P2	1.2
abcrf	Approximate Bayesian Computation via Random Forests	1.7
abctools	Tools for ABC Analyses	1.1.1
abd	The Analysis of Biological Data	0.2.0

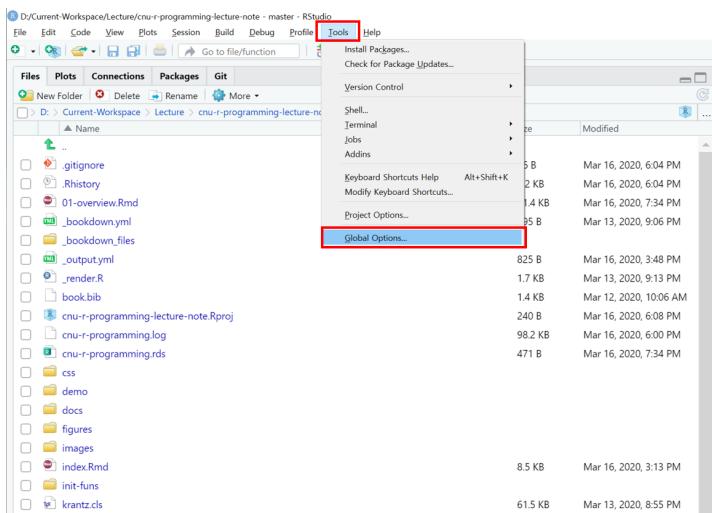
- **Help:** `help(topic)` 입력 시 도움말 창이 출력되는 공간

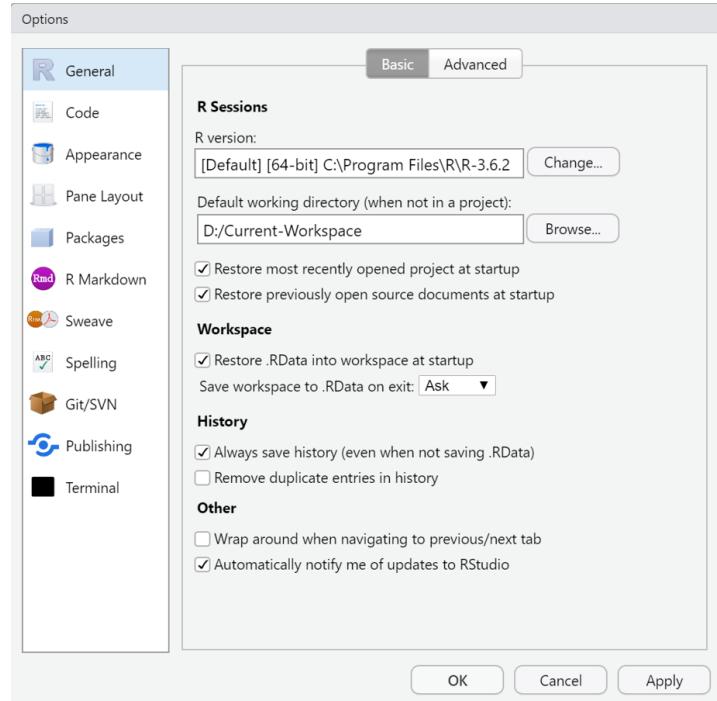
```
help(lm)
```



### 1.4.3 RStudio 환경 설정

Pull-down 메뉴에서 [Tools] → [Global Options...]를 선택



**General:** RStudio 운용 관련 전반적 설정 세팅**FIGURE 1.8:** R General option 팝업 창

- **R version:** 만약 컴퓨터에 두 개 이상 다른 R 버전이 설치되어 있는 경우 [Change] 클릭 후 설정 변경 가능
- **Default Working directory:** 작업 디렉토리 지정 ([Browse] 클릭 후 임의 폴더 설정 가능)
- **Restore most recently opened project at startup:** RStudio 실행 시 가장 최근에 작업한 프로젝트로 이동
- **Restore previously open source documents at startup:** RStudio 실행 시 현재 프로젝트에서 가장 최근에 작업한 소스코드 문서를 함께 열어줌.

- **Restore .RData into workspace at startup:** 작업 디렉토리에 존재하는 .RData 파일을 RStudio 실행 시 불러옴
- **Save workspace to .RData on exit:** R workspace 자동 저장 (.RData) 여부
- **Always save history (even when not saving .RData)** : R 실행 명령 history 저장 여부(Always/Never/Ask)
- **Remove duplicate entries in history:** history 저장 시 중복 명령 제거 여부

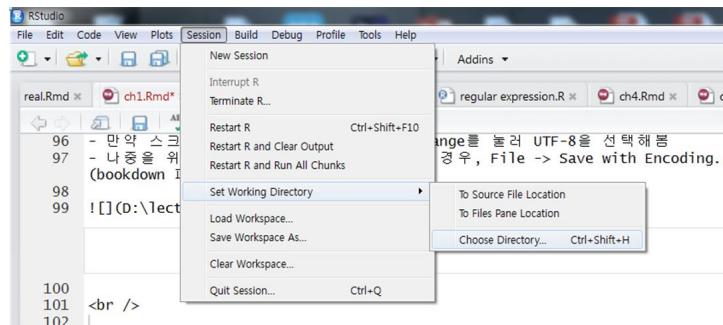
작업폴더(Working Directory)는 현재 R session에서 사용하는 기본 폴더로서 R 소스파일 및 데이터의 저장 및 로딩시 기본이 되는 폴더임.

- 소스파일이나 데이터를 불러들일 때 작업 폴더에 있는 파일은 경로명을 지정하지 않고 파일명만 사용해도 됨
- 작업폴더가 아닌 곳에 있는 파일을 불러들일 때는 경로명까지 써 주어야함.
- R 데이터를 저장할때도 파일명만 쓰면 기본적으로 작업폴더에 저장되며, 다른 폴더에 저장하기 위해서는 경로명까지 써 주어야 함.

처음 컴퓨터에 RStudio를 설치하면 Working directory는 Windows 사용자 폴더(예: user)의 Document 폴더가 기본값으로 설정되어 있음. 기본 작업폴더를 변경하려면 Figure 1.8에서 설정 가능.

현재 R session의 작업 디렉토리 설정 방법

- [Session] -> [Set Working Directoy] -> [Choose Directory]에서 설정



R 콘솔에서 다음과 같은 명령어로 작업폴더를 확인 및 변경 가능

```
getwd() # 작업폴더 확인
```

```
[1] "D:/Current-Workspace/Lecture/cnu-r-programming-lecture-note"
```

```
setwd("../") # 차상위 폴더로 이동
getwd()
```

```
[1] "D:/Current-Workspace/Lecture"
```

```
setwd("../..") # 차차상위 폴더로 이동
getwd()
```

```
[1] "D:/"
```

```
setwd("D:/Current-Workspace/Lecture/misc/") # 절대 폴더 명 입력
setwd("../")
# dir() # 폴더 내 파일 명 출력
getwd()
```

```
[1] "D:/Current-Workspace/Lecture"
```

```
setwd("misc") # Current-Workspace 하위폴더인 misc 으로 이동
getwd()
```

```
[1] "D:/Current-Workspace/Lecture/misc"
```

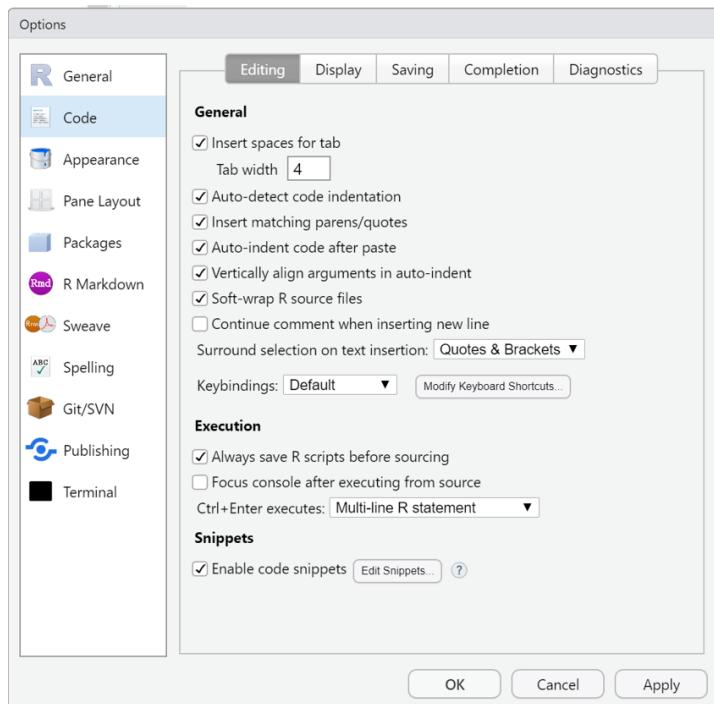
```
setwd("D:/Current-Workspace/Lecture/cnu-r-programming-lecture-note/")
getwd()
```

```
[1] "D:/Current-Workspace/Lecture/cnu-r-programming-lecture-note"
```



R에서 디렉토리 또는 폴더 구분자는 / 입. Windows에서 사용하는 구분자는 \인데, R에서 \는 특수문자로 간주하기 때문에 Windows의 폴더명을 그대로 사용 시 에러 메세지를 출력함. 이를 해결하기 위해 Windows 경로명을 그대로 복사한 경우 경로 구분자 \ 대신 \\로 변경  
실습: C:\\r-project를 컴퓨터에 생성 후 해당 폴더를 default 작업폴더로 설정

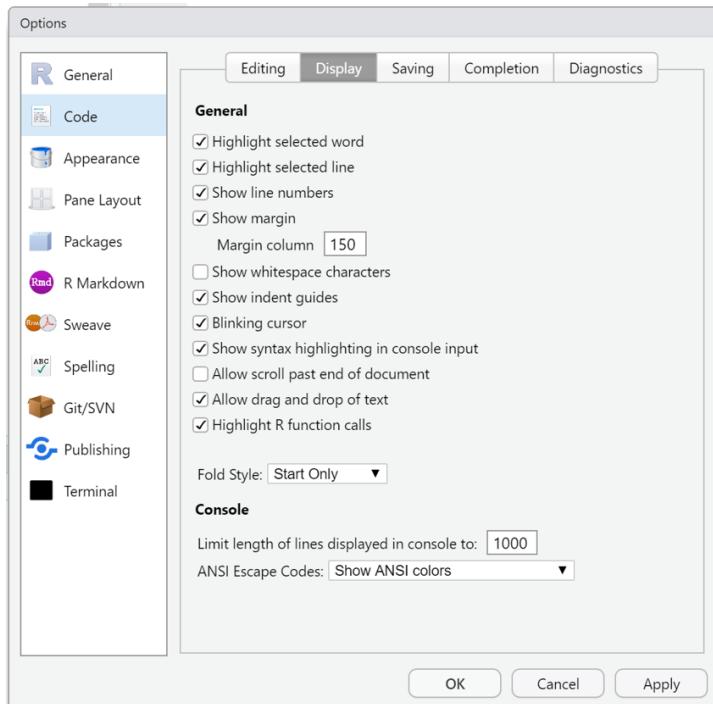
### Code: Editing: 들여쓰기, 자동 줄바꿈 등 코드 편집에 대한 전반적 설정



- **Insert spaces for tab:** [Tab] 키를 눌렀을 때 공백(space) 개수 결정  
(본 강의노트: Tab width = 4)

- **Auto-detect code indentation:** 코드 들여쓰기 자동 감지
- **Insert matching parens/quotes:** 따옴표, 괄호 입력 시 커서를 따옴 표/괄호 사이로 자동 이동
- **Auto-indent code after paste:** 코드 복사 시 들여쓰기 일괄 적용
- **Vertically align arguments in auto-indent:** 함수 작성 시 들여쓰기 레벨 유지 여부
- **Soft-wrap R source file:** 스크립트 편집기 너비를 초과하는 경우 R 코드 행을 자동 줄바꿈
- **Continue comment when inserting new line:** 주석 표시를 다음 행에도 자동 적용 여부
- **Surround selection on text insertino:** 스크립트 상 text 선택 후 자동 따옴표 및 괄호 적용 여부
- **Focus console after executing from source:** 스크립트 실행 후 커서 위치를 콘솔로 이동 여부

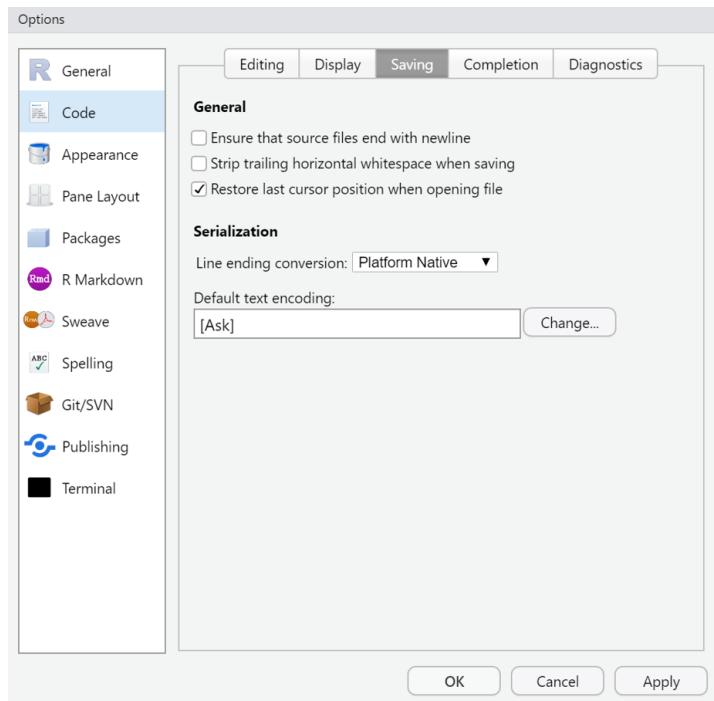
**Code: Display:** 스크립트(소스) 에디터 표시 화면 설정



- **Highlight selected word:** 스크립트 내 text 선택 시 동일한 text에 대해 배경강조 효과 여부
- **Highlight selected line:** 선택된 행에 대해 배경 강조효과 여부
- **Show line numbers:** 행 번호 보여주기 여부
- **Show margin:** 소스 에디터 오른 쪽에 지정한 margin column 보여주기 여부
- **Show whitespace characters:** 에디터에 공백 표시 여부
- **Show indent guides:** 현재 들여쓰기 열 표시 여부
- **Blinking cursor:** 커서 깜박임 여부
- **Show syntax highlighting in console output:** 콘솔 입력 라인에 R 구문 강조 표시 적용 여부
- **Allow scroll past end of document:** 문서 마지막 행 이후 스크롤 허용 여부

- **Allow drag and drop of text:** 선택한 복수의 행으로 구성된 text에 대해 마우스 drag 허용
- **Highlight R function calls:** R 내장 및 패키지 제공함수에 대해 강조 여부

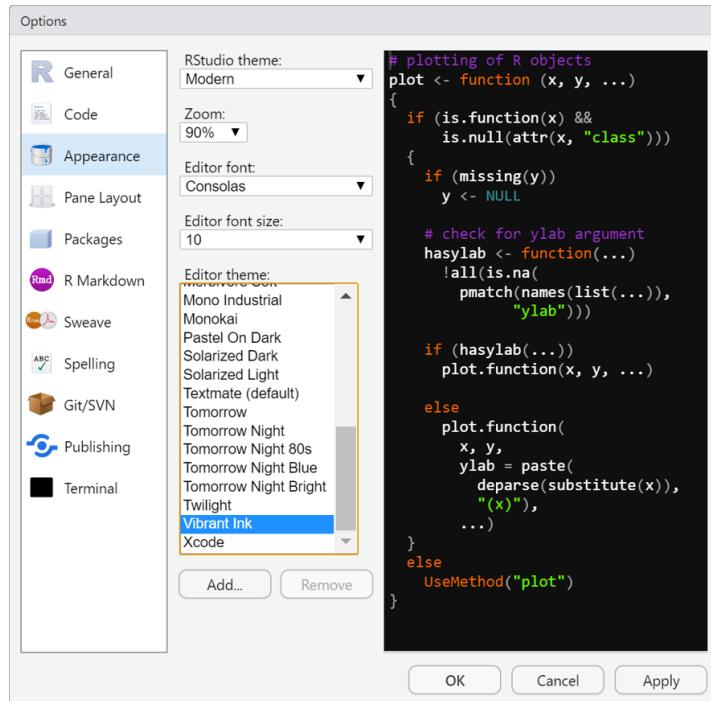
#### Code: Saving: 스크립트(소스) 에디터 저장 설정



- **Ensure that source file end with newline**
- **String trailing horizontal whitespace when saving**
- **Restore last cursor position when opening file**
- **Default text encoding:** 소스 에디터의 기본 설정 인코딩 설정 변경
  - RStudio의 Windows 버전 기본 text encoding은 CP949 입
  - Linux나 Mac OS의 경우 한글은 UTF-8로 인코딩이 설정되어 있음.

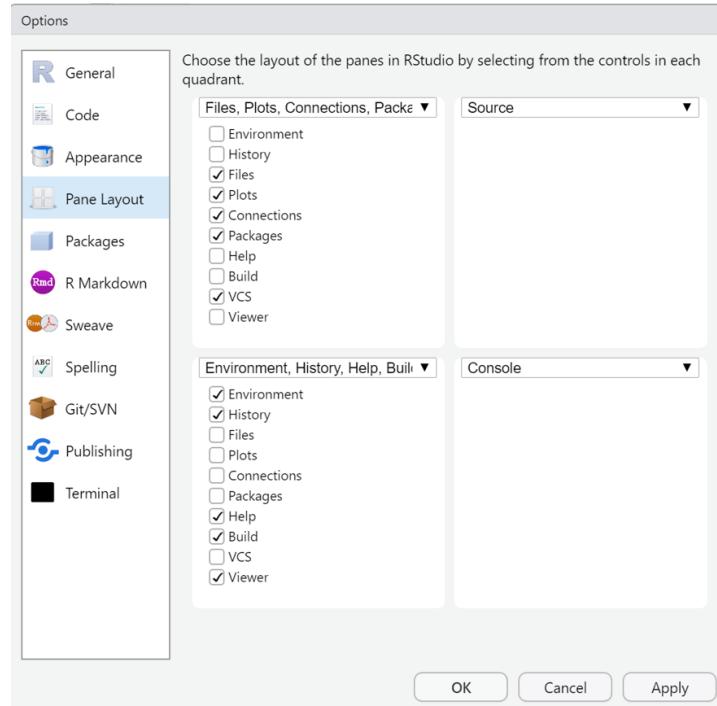
- R 언어는 Linux 환경에서 개발되었기 때문에 UTF-8 인코딩과 호환성이 더 좋음
- 스크립트 파일의 한글이 깨질 때는 [File] -> [Reopen with Encoding...]에서 encoding 방식 변경

**Appearance:** RStudio 전체 폰트, 폰트 크기, theme 설정



- 본인의 취향에 맞게 폰트 및 테마(theme) 설정
- 취향 → 가독성이 제일 좋고 편안한 theme

**Pane Layout:** RStudio 구성 패널들의 위치 및 항목 등을 수정/추가/삭제(4개 패널은 항상 유지)



실습: 개인 취향에 맞게 RStudio 에디터 및 theme을 변경해 보자!!

#### 1.4.4 RStudio 프로젝트

##### 1. 프로젝트

- 물리적 측면: 최종 산출물(문서)를 생성하기 위한 데이터, 사진, 그림 등을 모아 놓은 폴더
- 논리적 측면: R session 및 작업의 버전 관리

##### 2. 프로젝트의 필요성

- 자료의 정합성 보장
- 다양한 확장자를 갖는 파일들이 한 폴더 내에 뒤섞일 때 고란해 질 수 있음

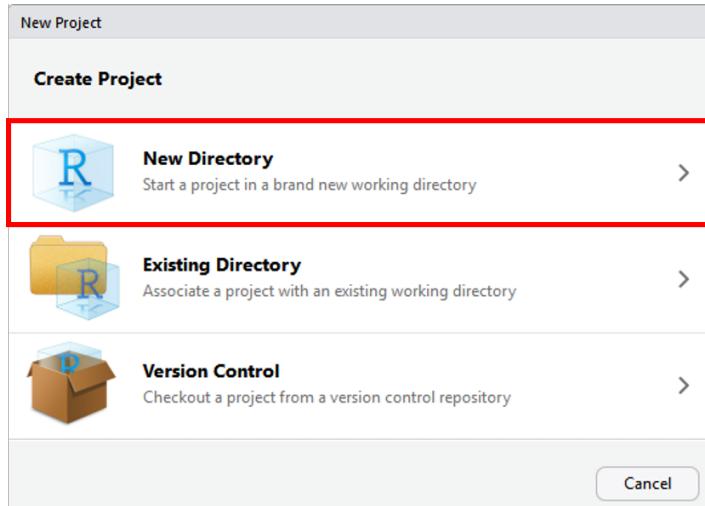
- 실제 분석 및 그래프 생성에 사용한 정확한 프로그램 또는 코드 연결이 어려움

### 3. 좋은 프로젝트 구성을 위한 방법

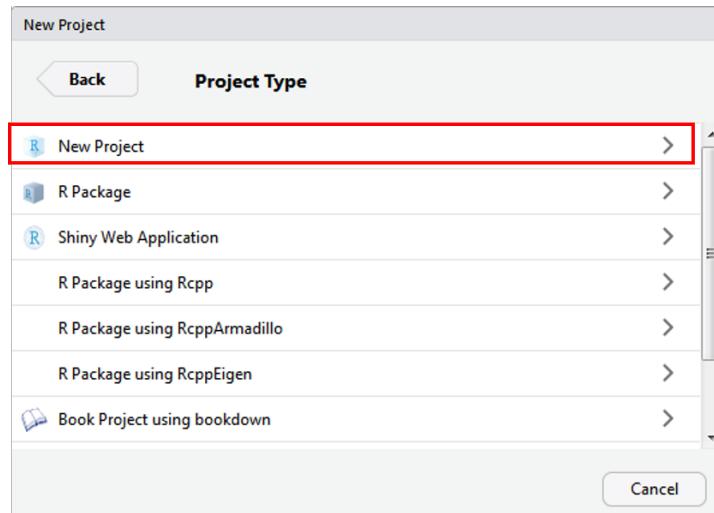
- 원자료(raw data)의 보호: 가급적 자료를 읽기 전용(read only) 형태로 다루기
- 데이터 정제(data wrangling 또는 data munging)를 위한 스크립트와 정제 자료를 보관하는 읽기 전용 데이터 디렉토리 생성
- 작성한 스크립트로 생성한 모든 산출물(테이블, 그래프 등)을 “일회용 품”처럼 처리 → 스크립트로 재현 가능
- 한 프로젝트 내 각기 다른 분석마다 다른 하위 디렉토리에 출력결과 저장하는 것이 유용

### 4. RStudio 새로운 프로젝트 생성

- RStudio의 강력하고 유용한 기능
- 새로운 프로젝트 생성: RStudio 메뉴에서 [File] → [New Project] 선택하면 아래와 같은 팝업 메뉴 생성

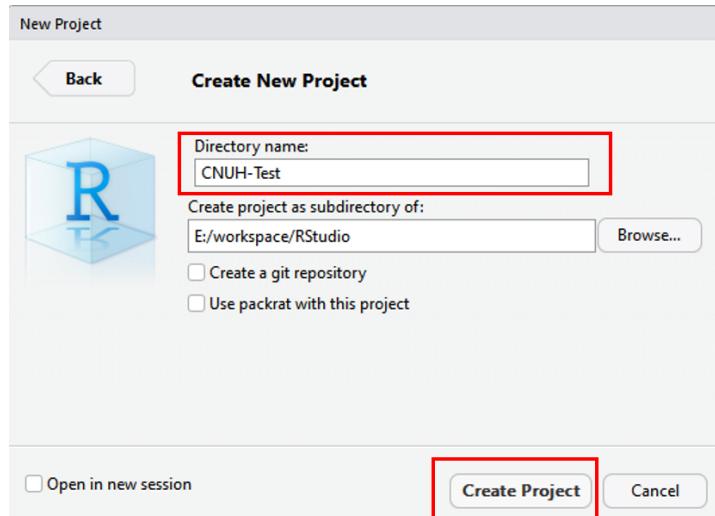


4. 위 그림에서 New Directory를 선택하면 아래와 같은 팝업 창이 나타나면 아래와 같은 프로젝트 유형이 나타남. 여기서는 New Project 선택



5. 다음 팝업창에서 새로운 프로젝트의 폴더명을 지정 후 Create Project 클릭

- 아래 [Create projects as subdirectories of]에서 생성하고자 하는 프로젝트의 상위 디렉토리 설정 → 보통 RStudio의 기본 작업폴더로 설정



6. 현재 R session 종료 후 새로운 프로젝트로 session 화면이 열리면 프로젝트 생성 완료



#### 실습: 프로젝트 생성

- 위에서 설정한 작업폴더 내에 학번-r-programming 프로젝트 생성
- 생성한 프로젝트 폴더 내에 docs, figures, script 폴더 생성

## 1.5 R 패키지



**R 패키지 (package):** 특수 목적을 위한 로직으로 구성된 코드들의 집합으로 R에서 구동되는 분석툴을 통칭

- CRAN을 통해 배포: 3자가 이용하기 쉬움 → R 시스템 환경에서 패키지는 가장 중요한 역할
- CRAN available package by name<sup>16</sup> 또는 available package by date<sup>17</sup>에서 현재 등재된 패키지 리스트 확인 가능
- R console에서 `available.packages()` 함수를 통해서도 확인 가능

- 현재 CRAN 기준(2020-03-17) 배포된 패키지의 개수는 16045 개임

**목적:** RStudio 환경에서 패키지를 설치하고 불러오기

### 1.5.1 R 패키지 경로 확인 및 변경

- 패키지 설치 시 일반적으로 R 환경에서 기본값으로 지정한 라이브러리 폴더에 저장
- 패키지 설치 전 R 패키지 설치 경로(path) 지정
- `.libPaths()` 함수를 통해 현재 설정된 패키지 저장 경로 확인

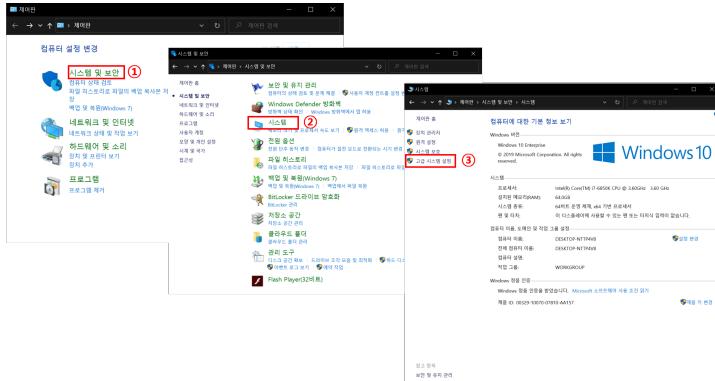
```
.libPaths()
```

```
[1] "C:/r-library"           "C:/Program Files/R/R-3.6.2/library"
```

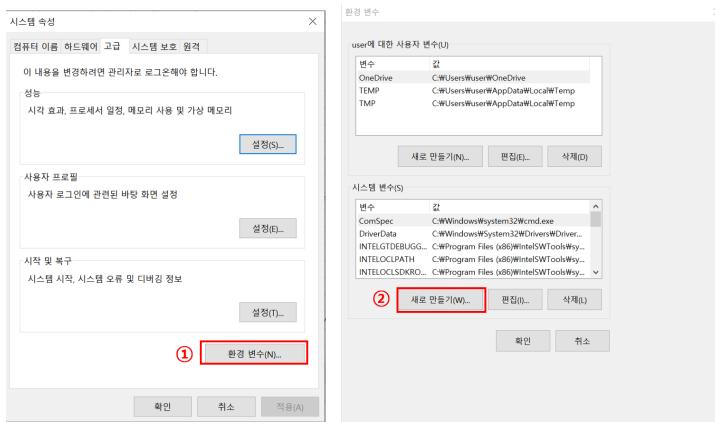
- 일반적으로 첫 번째 경로를 디폴트 라이브러리 폴더로 사용
- 사용자 지정 라이브러리 경로를 설정 하려면 아래와 같은 절차로 진행

**실습:** c:/r-library 폴더를 패키지 경로로 지정

- 1) C:\에서 [새로 만들기 (W)] -> [폴더 (F)] 선택 후 생성 폴더 이름을 r-library로 변경
- 2) 윈도우즈 [제어판] -> [시스템 및 보안] -> [시스템] -> [고급 시스템 설정] 클릭

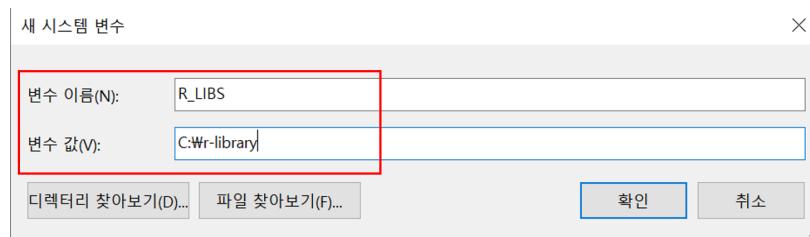


3) [환경변수(N)...] 선택 후 시스템 변수에서 [새로 만들기(W)...] 클릭



4) 아래 그림과 같이 변수 이름(N)에 R\_LIBS, 변수 값(V)에 해당 디렉토리

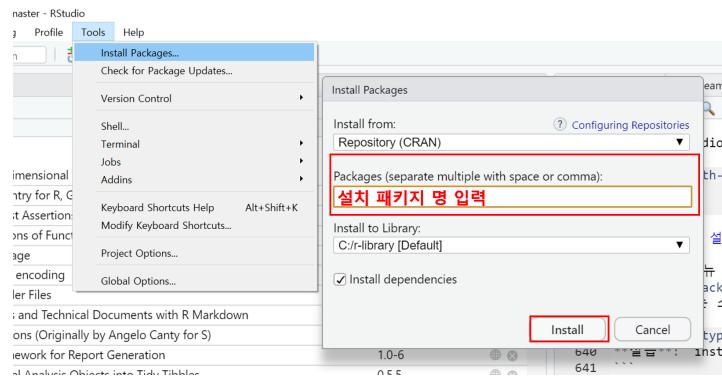
경로 C:\r-library 입력 후 확인 버튼 클릭



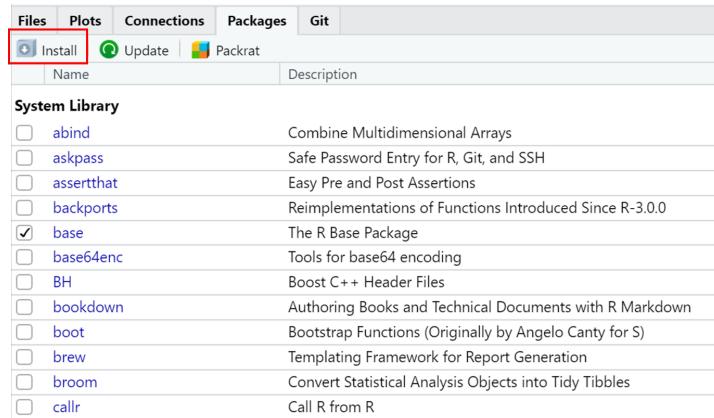
5) 현재 RStudio 종료 후 재실행한 다음 콘솔창에 .libPaths() 입력 후 라이브러리 경로 확인

### 1.5.2 R 패키지 설치하기

- RStudio 메뉴 [Tools] → [Install packages] 클릭 후 생성된 팝업창에서 설치하고자 하는 패키지 입력 후 설치



- RStudio Packages 창에서 [Install] 버튼 누르면 위와 동일한 팝업창이 나타남(위와 동일)



- R 콘솔 또는 스크립트 창에서 `install.packages(package_name)` 함수를 사용해서 패키지 설치



설습: `install.packages()` 함수를 이용해 `tidyverse` 패키지 설치

```
install.packages("tidyverse")
```

위 명령어를 실행하면 `tidyverse` 패키지 뿐 아니라 연관된 패키지들이 동시에 설치됨

### 1.5.3 R 패키지 불러오기

#### 1. `library()` vs. `require()`

- `library()`: 불러오고자 하는 패키지가 시스템에 존재하지 않는 경우  
에러 메세지 출력(에러 이후 명령어들이 실행되지 않음)
- `require()`: 패키지가 시스템에 존재하지 않는 경우 경고 메세지 출력  
(경고 이후 명령어 정상적으로 실행)

#### 2. 다중 패키지 동시에 불러오기

- RStudio Packages 창에서 설치하고자 하는 패키지 선택 버튼 클릭  
하면 R workspace로 해당 패키지 로드 가능
- 스크립트 이용

 실습: `tidyverse` 패키지 불러오기

```
require(tidyverse)
```

필요한 패키지를 로딩중입니다: `tidyverse`

```
-- Attaching packages ---

v ggplot2     3.3.0     v purrr      0.3.3
v tibble       2.1.3     v dplyr      0.8.5
v tidyverse    1.0.2     v stringr    1.4.0
v readr        1.3.1     vforcats   0.5.0
```

```
-- Conflicts -----
x dplyr::filter()      masks stats::filter()
x dplyr::group_rows()  masks kableExtra::group_rows()
x dplyr::lag()         masks stats::lag()
```



실무에서 R의 활용능력은 패키지 활용 여부에 달려 있음. 즉, 목적에 맞는 업무를 수행하기 위해 가장 적합한 패키지를 찾고 활용하느냐에 따라 R 활용능력의 차이를 보임. 앞서 언급한 바와 같이 CRAN에 등록된 패키지는 16000 개가 넘지만, 이 중 많이 활용되고 있는 패키지의 수는 약 200 ~ 300 개 내외이고, 실제 데이터 분석 시 10 ~ 20개 정도의 패키지가 사용됨. 앞 예제에서 설치하고 불러온 **tidyverse** 패키지는 Hadley Wickham ([Wickham et al., 2019](#))이 개발한 데이터 전처리 및 시각화 패키지 번들이고, 현재 R 프로그램 환경에 지대한 영향을 미침. 본 강의 “데이터프레임 가공 및 시각화”에서 해당 패키지 활용 방법을 배울 예정

## 1.6 R 기초 문법



본 절에서 다루는 R 문법은 R 입문 시 객체(object)의 명명 규칙과 R 콘솔 창에서 가장 빈번하게 사용되는 기초적인 명령어만 다룰 예정임. 심화 내용은 2-3주 차에 다룰 예정임.

- R은 객체지향언어(object-oriented language)
  - 객체(object): 숫자, 데이터셋, 단어, 테이블, 분석결과 등 모든 것을 칭함
  - “객체지향”의 의미는 R의 모든 명령어는 객체를 대상으로 이루어진다는 것을 의미



알아두면 유용한(콘솔창에서 매우 많이 사용되는) 명령어 및 단축기

- **ls()**: 현재 R 작업공간에 저장된 모든 객체 리스트 출력
- **rm(object\_name)**: `object_name`에 해당하는 객체 삭제

- `rm(list = ls())`: R 작업공간에 저장된 모든 객체들을 일괄 삭제
- 단축키 [Ctrl] + [L]: R 콘솔 창 일괄 청소
- 단축키 [Ctrl] + [Shift] + [F10]: R session 초기화

예시

```
x <- 7
y <- 1:30 #1에서 30까지 정수 입력
ls() #현재 작업공간 내 객체명 출력
```

```
[1] "a"           "b"           "cars"
[4] "def.chunk.hook" "fig_cap"      "tab"
[7] "x"           "y"           "도움말 보기 명령어"
[10] "사용법"       "설명"
```

```
rm(x) # 객체 x 삭제
ls()
```

```
[1] "a"           "b"           "cars"
[4] "def.chunk.hook" "fig_cap"      "tab"
[7] "y"           "도움말 보기 명령어" "사용법"
[10] "설명"
```

```
rm(a,b) # 객체 a, b 동시 삭제
ls()
```

```
[1] "cars"         "def.chunk.hook" "fig_cap"
[4] "tab"          "y"           "도움말 보기 명령어"
[7] "사용법"       "설명"
```

```
# rm(list = ls()) # 모든 객체 삭제
```

**R 객체 입력 방법 및 변수 설정 규칙**

객체를 할당하는 두 가지 방법 :=, <-

- 두 할당 지시자의 차이점
  - :=: 명령의 최상 수준에서만 사용 가능
  - <-: 어디서든 사용 가능
  - 함수 호출과 동시에 변수에 값을 할당할 목적으로는 <-만 사용 가능

```
# mean(): 입력 벡터의 평균 계산  
mean(y <- 1:5)
```

```
[1] 3
```

```
y
```

```
[1] 1 2 3 4 5
```

```
mean(x = 1:5)
```

```
[1] 3
```

```
x
```

Error in eval(expr, envir, enclos): 객체 'x'를 찾을 수 없습니다

객체 또는 변수의 명명 규칙

- 알파벳, 한글, 숫자, \_, .의 조합으로 구성 가능 (-은 사용 불가)
- 변수명의 알파벳, 한글, .로 시작 가능
- .로 시작한 경우 뒤에 숫자 올 수 없음(숫자로 인지)
- 대소문자 구분

```
# 1:10은 1부터 10까지 정수 생성
# 'c()'는 벡터 생성 함수
x <- c(1:10)

# 1:10으로 구성된 행렬 생성
X <- matrix(c(1:10), nrow = 2, ncol = 5, byrow = T)
x
```

```
[1] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
```

```
x
```

```
[,1] [,2] [,3] [,4] [,5]
[1,]    1    2    3    4    5
[2,]    6    7    8    9   10
```

```
# 논리형 객체
.x <- TRUE
.x
```

```
[1] TRUE
```

```
# 알파벳 + 숫자
a1 <- seq(from = 1, to = 10, by = 2)
# 한글 변수명
가수 <- c("Damian Rice", "Beatles", "최백호", "Queen", "Carlos Gardel", "BTS", "조용필")
가수
```

```
[1] "Damian Rice"    "Beatles"        "최백호"        "Queen"
[5] "Carlos Gardel"  "BTS"           "조용필"
```

### 3. 잘못된 객체 또는 변수 명명 예시

```
3x <- 7
```

```
Error: <text>:1:2: 예상하지 못한 기호(symbol)입니다.  
1: 3x  
^
```

```
_x <- c("M", "M", "F")
```

```
Error: <text>:1:1: 예상하지 못한 입력입니다.  
1: _  
^
```

```
.3 <- 10
```

```
Error in 0.3 <- 10: 대입에 유효하지 않은 (do_set) 좌변입니다
```

## 1.7 R Markdown (맛보기)



R **기초 문법** 결과 마찬가지로 R Markdown을 이용해 최소한의 문서(html 문서)를 작성하고 생성하는 방법에 대해 기술함. R Markdown에 대한 보다 상세한 내용은 본 수업의 마지막 주차에 다룰 예정임.

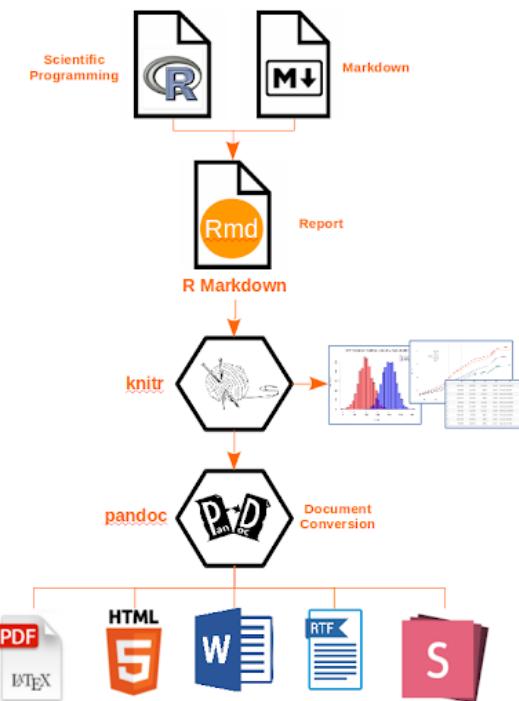
1. R Markdown은 R 코드와 분석 결과(표, 그림 등)을 포함한 문서 또는 컨텐츠를 제작하는 도구로 일반적으로 아래 열거한 형태로 활용함

- 문서 또는 논문(pdf, html, docx)
- 프리젠테이션(pdf, html, pptx)
- 웹 또는 블로그

2. 재현가능(reproducible)한 분석 및 연구<sup>18</sup> 가능

<sup>18</sup>과학적 연구의 결과물을 오픈소스로 내놓고 누구라도 검증 가능

- 신뢰성 있는 문서 작성
  - Copy & paste를 하지 않고 효율적 작업 가능
3. R Markdown 문서를 통해 최종 결과물 (pdf, html, docx)이 도출되는 process
- 현재 공식적인 프로세스는 knitr + rmarkdown + pandoc + RStudio + github



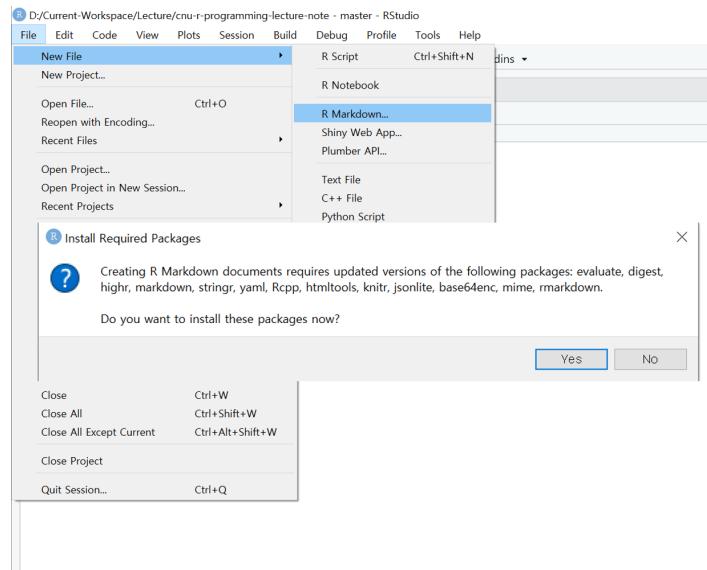
**FIGURE 1.9:** R Markdown의 최종 결과물 산출과정 (<http://appliedr.com/project-reporting-template/>)

### R Markdown 문서 시작하기

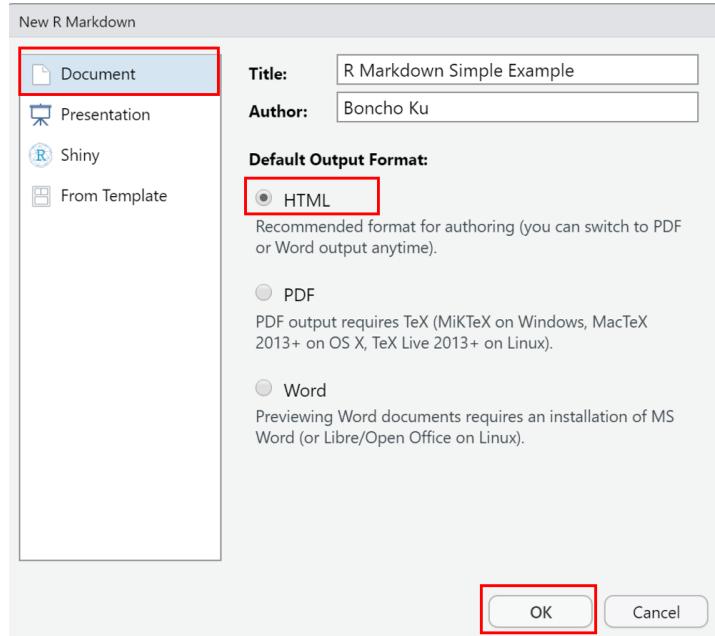
- R Markdown 문서 생성 : [File] -> [New File] -> [R Markdown..]을 선택



RStudio를 처음 설치하고 위와 같이 진행할 경우 아래와 같은 팝업 창이 나타남. 패키지 설치 여부를 묻는 팝업 창에 [Yes]를 클릭하면 R Markdown 문서 생성을 위해 필요한 패키지들이 자동으로 설치



- 설치 완료 후 R Markdown으로 생성할 최종 문서 유형 선택 질의 창이 나타남. 아래 창에서 제목(Title)과 저자(Author) 이름 입력 후 [OK] 버튼 클릭 (Document, html 문서 선택)



- 아래 그림과 같이 새로운 문서 창이 생성되고 `test.Rmd` 파일로 저장<sup>19</sup>

```

1 <!-- This is an R Markdown document. Markdown is a simple formatting syntax for authoring HTML, PDF, and MS Word documents. For more details on using R
2 # Document
3 # Author: Boncho Ku
4 # Date: 2020-3-1
5 # Output: HTML_document
6 -->
7
8 +---(r setup, include=FALSE)
9 knitr::opts_chunk$set(echo = TRUE)
10
11
12 +## R Markdown
13
14 This is an R Markdown document. Markdown is a simple formatting syntax for authoring HTML, PDF, and MS Word documents. For more details on using R
15
16 When you click the **Knit** button a document will be generated that includes both content as well as the output of any embedded R code chunks
17
18 +---(r cars)
19 summary(cars)
20
21
22 +## Including Plots
23
24 You can also embed plots, for example:
25
26 +---(r pressure, echo=FALSE)
27 plot(pressure)
28
29
30 Note that the `echo = FALSE` parameter was added to the code chunk to prevent printing of the R code that generated the plot.
31

```

- 문서 상단에 Knit 아이콘을 클릭 후 Knit to HTML 클릭 또는 문서 아무 곳에 커서를 위치하고 단축키 [Ctrl] + [Shift] + [K] 입력

<sup>19</sup>RStudio 프로젝트에서 생성한 폴더 내에 파일 저장

The screenshot shows the RStudio interface with several tabs at the top: Untitled1, README.md, preamble-krantz.tex, and \_bookdown.yml. A context menu is open over the following R Markdown code:

```

1 -> Knit to HTML
2 au Knit to PDF
3 da Knit to Word
4 ou Knit with Parameters...
5 -> Knit Directory
6 << E>
7 kr Clear Knitr Cache...
8 << E>
9 << E>
10 << E>
11 << E>
12 ## R Markdown
13
14 This is an R Markdown document. Markdown is a simple form
      of plain text. For more details see <http://rmarkdown.rstudio.com>.

```

The 'Knit' button in the menu is highlighted. The menu items include 'Knit to HTML', 'Knit to PDF', 'Knit to Word', 'Knit with Parameters...', 'Knit Directory', 'Clear Knitr Cache...', and a separator line.

- knitr + R Markdown + pandoc → html 파일 생성 결과

## R Markdown Simple Example

Boncho Ku

2020 3 17

### R Markdown

This is an R Markdown document. Markdown is a simple formatting syntax for authoring HTML, PDF, and MS Word documents. For more details on using R Markdown see <http://rmarkdown.rstudio.com>.

When you click the Knit button a document will be generated that includes both content as well as the output of any embedded R code chunks within the document. You can embed an R code chunk like this:

summary(cars)

```

##   speed      dist
## Min. :4.0  Min. : 2.00
## 1st Qu.:12.0 1st Qu.: 26.00
## Median :15.0 Median : 36.00
## Mean   :15.4  Mean   : 42.98
## 3rd Qu.:19.0 3rd Qu.: 56.00
## Max.  :25.0  Max.  :120.00

```

### Including Plots

You can also embed plots, for example:

**FIGURE 1.10:** test.html 문서 화면(저장 풀더 내 ‘test.html’을 크롬 브라우저로 실행)

#### 1.7.0.1 R Markdown 문서 구성

R Markdown 문서는 아래 그림과 같아 YAML, Markdown 텍스트, Code Chunk 세 부분으로 구성됨.

The screenshot shows the RStudio interface with several tabs open. The active tab is 'README.md'. The code editor contains the following content:

```

1 title: "R Markdown Simple Example"
2 author: "Boncho Ku"
3 date: "2020-03-17"
4 output: html_document
5
6
7 ---
8 ---
9 ---
10 ---
11 ---
12 ## R Markdown
13
14 This is an R Markdown document. Markdown is a simple formatting syntax for authoring HTML, PDF, and MS Word documents. For more details on using R
15 Markdown see <http://rmarkdown.rstudio.com>.
16 You click the "Knit" button a document will be generated that includes both content as well as the output of any embedded R code chunks
17 within the document. You can embed an R code chunk like this:
18 ---
19 

```
---
```


20 ---
21 ---
22 ## Including Plots
23
24 You can also embed plots, for example:
25
26 ---
27 

```
---
```


28 ---
29 ---
30 ---
31 Note that the 'echo = FALSE' parameter was added to the code chunk to prevent printing of the R code that generated the plot.
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
139
140
141
142
143
144
145
146
147
147
148
149
149
150
151
152
153
154
155
156
157
157
158
159
159
160
161
162
163
164
165
166
167
167
168
169
169
170
171
172
173
174
175
176
177
177
178
179
179
180
181
182
183
184
185
186
187
187
188
189
189
190
191
192
193
194
195
196
197
197
198
199
199
200
201
202
203
204
205
205
206
207
207
208
209
209
210
211
212
213
214
214
215
216
216
217
217
218
218
219
219
220
221
221
222
222
223
223
224
224
225
225
226
226
227
227
228
228
229
229
230
230
231
231
232
232
233
233
234
234
235
235
236
236
237
237
238
238
239
239
240
240
241
241
242
242
243
243
244
244
245
245
246
246
247
247
248
248
249
249
250
250
251
251
252
252
253
253
254
254
255
255
256
256
257
257
258
258
259
259
260
260
261
261
262
262
263
263
264
264
265
265
266
266
267
267
268
268
269
269
270
270
271
271
272
272
273
273
274
274
275
275
276
276
277
277
278
278
279
279
280
280
281
281
282
282
283
283
284
284
285
285
286
286
287
287
288
288
289
289
290
290
291
291
292
292
293
293
294
294
295
295
296
296
297
297
298
298
299
299
300
300
301
301
302
302
303
303
304
304
305
305
306
306
307
307
308
308
309
309
310
310
311
311
312
312
313
313
314
314
315
315
316
316
317
317
318
318
319
319
320
320
321
321
322
322
323
323
324
324
325
325
326
326
327
327
328
328
329
329
330
330
331
331
332
332
333
333
334
334
335
335
336
336
337
337
338
338
339
339
340
340
341
341
342
342
343
343
344
344
345
345
346
346
347
347
348
348
349
349
350
350
351
351
352
352
353
353
354
354
355
355
356
356
357
357
358
358
359
359
360
360
361
361
362
362
363
363
364
364
365
365
366
366
367
367
368
368
369
369
370
370
371
371
372
372
373
373
374
374
375
375
376
376
377
377
378
378
379
379
380
380
381
381
382
382
383
383
384
384
385
385
386
386
387
387
388
388
389
389
390
390
391
391
392
392
393
393
394
394
395
395
396
396
397
397
398
398
399
399
400
400
401
401
402
402
403
403
404
404
405
405
406
406
407
407
408
408
409
409
410
410
411
411
412
412
413
413
414
414
415
415
416
416
417
417
418
418
419
419
420
420
421
421
422
422
423
423
424
424
425
425
426
426
427
427
428
428
429
429
430
430
431
431
432
432
433
433
434
434
435
435
436
436
437
437
438
438
439
439
440
440
441
441
442
442
443
443
444
444
445
445
446
446
447
447
448
448
449
449
450
450
451
451
452
452
453
453
454
454
455
455
456
456
457
457
458
458
459
459
460
460
461
461
462
462
463
463
464
464
465
465
466
466
467
467
468
468
469
469
470
470
471
471
472
472
473
473
474
474
475
475
476
476
477
477
478
478
479
479
480
480
481
481
482
482
483
483
484
484
485
485
486
486
487
487
488
488
489
489
490
490
491
491
492
492
493
493
494
494
495
495
496
496
497
497
498
498
499
499
500
500
501
501
502
502
503
503
504
504
505
505
506
506
507
507
508
508
509
509
510
510
511
511
512
512
513
513
514
514
515
515
516
516
517
517
518
518
519
519
520
520
521
521
522
522
523
523
524
524
525
525
526
526
527
527
528
528
529
529
530
530
531
531
532
532
533
533
534
534
535
535
536
536
537
537
538
538
539
539
540
540
541
541
542
542
543
543
544
544
545
545
546
546
547
547
548
548
549
549
550
550
551
551
552
552
553
553
554
554
555
555
556
556
557
557
558
558
559
559
560
560
561
561
562
562
563
563
564
564
565
565
566
566
567
567
568
568
569
569
570
570
571
571
572
572
573
573
574
574
575
575
576
576
577
577
578
578
579
579
580
580
581
581
582
582
583
583
584
584
585
585
586
586
587
587
588
588
589
589
590
590
591
591
592
592
593
593
594
594
595
595
596
596
597
597
598
598
599
599
600
600
601
601
602
602
603
603
604
604
605
605
606
606
607
607
608
608
609
609
610
610
611
611
612
612
613
613
614
614
615
615
616
616
617
617
618
618
619
619
620
620
621
621
622
622
623
623
624
624
625
625
626
626
627
627
628
628
629
629
630
630
631
631
632
632
633
633
634
634
635
635
636
636
637
637
638
638
639
639
640
640
641
641
642
642
643
643
644
644
645
645
646
646
647
647
648
648
649
649
650
650
651
651
652
652
653
653
654
654
655
655
656
656
657
657
658
658
659
659
660
660
661
661
662
662
663
663
664
664
665
665
666
666
667
667
668
668
669
669
670
670
671
671
672
672
673
673
674
674
675
675
676
676
677
677
678
678
679
679
680
680
681
681
682
682
683
683
684
684
685
685
686
686
687
687
688
688
689
689
690
690
691
691
692
692
693
693
694
694
695
695
696
696
697
697
698
698
699
699
700
700
701
701
702
702
703
703
704
704
705
705
706
706
707
707
708
708
709
709
710
710
711
711
712
712
713
713
714
714
715
715
716
716
717
717
718
718
719
719
720
720
721
721
722
722
723
723
724
724
725
725
726
726
727
727
728
728
729
729
730
730
731
731
732
732
733
733
734
734
735
735
736
736
737
737
738
738
739
739
740
740
741
741
742
742
743
743
744
744
745
745
746
746
747
747
748
748
749
749
750
750
751
751
752
752
753
753
754
754
755
755
756
756
757
757
758
758
759
759
760
760
761
761
762
762
763
763
764
764
765
765
766
766
767
767
768
768
769
769
770
770
771
771
772
772
773
773
774
774
775
775
776
776
777
777
778
778
779
779
780
780
781
781
782
782
783
783
784
784
785
785
786
786
787
787
788
788
789
789
790
790
791
791
792
792
793
793
794
794
795
795
796
796
797
797
798
798
799
799
800
800
801
801
802
802
803
803
804
804
805
805
806
806
807
807
808
808
809
809
810
810
811
811
812
812
813
813
814
814
815
815
816
816
817
817
818
818
819
819
820
820
821
821
822
822
823
823
824
824
825
825
826
826
827
827
828
828
829
829
830
830
831
831
832
832
833
833
834
834
835
835
836
836
837
837
838
838
839
839
840
840
841
841
842
842
843
843
844
844
845
845
846
846
847
847
848
848
849
849
850
850
851
851
852
852
853
853
854
854
855
855
856
856
857
857
858
858
859
859
860
860
861
861
862
862
863
863
864
864
865
865
866
866
867
867
868
868
869
869
870
870
871
871
872
872
873
873
874
874
875
875
876
876
877
877
878
878
879
879
880
880
881
881
882
882
883
883
884
884
885
885
886
886
887
887
888
888
889
889
890
890
891
891
892
892
893
893
894
894
895
895
896
896
897
897
898
898
899
899
900
900
901
901
902
902
903
903
904
904
905
905
906
906
907
907
908
908
909
909
910
910
911
911
912
912
913
913
914
914
915
915
916
916
917
917
918
918
919
919
920
920
921
921
922
922
923
923
924
924
925
925
926
926
927
927
928
928
929
929
930
930
931
931
932
932
933
933
934
934
935
935
936
936
937
937
938
938
939
939
940
940
941
941
942
942
943
943
944
944
945
945
946
946
947
947
948
948
949
949
950
950
951
951
952
952
953
953
954
954
955
955
956
956
957
957
958
958
959
959
960
960
961
961
962
962
963
963
964
964
965
965
966
966
967
967
968
968
969
969
970
970
971
971
972
972
973
973
974
974
975
975
976
976
977
977
978
978
979
979
980
980
981
981
982
982
983
983
984
984
985
985
986
986
987
987
988
988
989
989
990
990
991
991
992
992
993
993
994
994
995
995
996
996
997
997
998
998
999
999
1000
1000
1001
1001
1002
1002
1003
1003
1004
1004
1005
1005
1006
1006
1007
1007
1008
1008
1009
1009
1010
1010
1011
1011
1012
1012
1013
1013
1014
1014
1015
1015
1016
1016
1017
1017
1018
1018
1019
1019
1020
1020
1021
1021
1022
1022
1023
1023
1024
1024
1025
1025
1026
1026
1027
1027
1028
1028
1029
1029
1030
1030
1031
1031
1032
1032
1033
1033
1034
1034
1035
1035
1036
1036
1037
1037
1038
1038
1039
1039
1040
1040
1041
1041
1042
1042
1043
1043
1044
1044
1045
1045
1046
1046
1047
1047
1048
1048
1049
1049
1050
1050
1051
1051
1052
1052
1053
1053
1054
1054
1055
1055
1056
1056
1057
1057
1058
1058
1059
1059
1060
1060
1061
1061
1062
1062
1063
1063
1064
1064
1065
1065
1066
1066
1067
1067
1068
1068
1069
1069
1070
1070
1071
1071
1072
1072
1073
1073
1074
1074
1075
1075
1076
1076
1077
1077
1078
1078
1079
1079
1080
1080
1081
1081
1082
1082
1083
1083
1084
1084
1085
1085
1086
1086
1087
1087
1088
1088
1089
1089
1090
1090
1091
1091
1092
1092
1093
1093
1094
1094
1095
1095
1096
1096
1097
1097
1098
1098
1099
1099
1100
1100
1101
1101
1102
1102
1103
1103
1104
1104
1105
1105
1106
1106
1107
1107
1108
1108
1109
1109
1110
1110
1111
1111
1112
1112
1113
1113
1114
1114
1115
1115
1116
1116
1117
1117
1118
1118
1119
1119
1120
1120
1121
1121
1122
1122
1123
1123
1124
1124
1125
1125
1126
1126
1127
1127
1128
1128
1129
1129
1130
1130
1131
1131
1132
1132
1133
1133
1134
1134
1135
1135
1136
1136
1137
1137
1138
1138
1139
1139
1140
1140
1141
1141
1142
1142
1143
1143
1144
1144
1145
1145
1146
1146
1147
1147
1148
1148
1149
1149
1150
1150
1151
1151
1152
1152
1153
1153
1154
1154
1155
1155
1156
1156
1157
1157
1158
1158
1159
1159
1160
1160
1161
1161
1162
1162
1163
1163
1164
1164
1165
1165
1166
1166
1167
1167
1168
1168
1169
1169
1170
1170
1171
1171
1172
1172
1173
1173
1174
1174
1175
1175
1176
1176
1177
1177
1178
1178
1179
1179
1180
1180
1181
1181
1182
1182
1183
1183
1184
1184
1185
1185
1186
1186
1187
1187
1188
1188
1189
1189
1190
1190
1191
1191
1192
1192
1193
1193
1194
1194
1195
1195
1196
1196
1197
1197
1198
1198
1199
1199
1200
1200
1201
1201
1202
1202
1203
1203
1204
1204
1205
1205
1206
1206
1207
1207
1208
1208
1209
1209
1210
1210
1211
1211
1212
1212
1213
1213
1214
1214
1215
1215
1216
1216
1217
1217
1218
1218
1219
1219
1220
1220
1221
1221
1222
1222
1223
1223
1224
1224
1225
1225
1226
1226
1227
1227
1228
1228
1229
1229
1230
1230
1231
1231
1232
1232
1233
1233
1234
1234
1235
1235
1236
1236
1237
1237
1238
1238
1239
1239
1240
1240
1241
1241
1242
1242
1243
1243
1244
1244
1245
1245
1246
1246
1247
1247
1248
1248
1249
1249
1250
1250
1251
1251
1252
1252
1253
1253
1254
1254
1255
1255
1256
1256
1257
1257
1258
1258
1259
1259
1260
1260
1261
1261
1262
1262
1263
1263
1264
1264
1265
1265
1266
1266
1267
1267
1268
1268
1269
1269
1270
1270
1271
1271
1272
1272
1273
1273
1274
1274
1275
1275
1276
1276
1277
1277
1278
1278
1279
1279
1280
1280
1281
1281
1282
1282
1283
1283
1284
1284
1285
1285
1286
1286
1287
1287
1288
1288
1289
1289
1290
1290
1291
1291
1292
1292
1293
1293
1294
1294
1295
1295
1296
1296
1297
1297
1298
1298
1299
1299
1300
1300
1301
1301
1302
1302
1303
1303
1304
1304
1305
1305
1306
1306
1307
1307
1308
1308
1309
1309
1310
1310
1311
1311
1312
1312
1313
1313
1314
1314
1315
1315
1316
1316
1317
1317
1318
1318
1319
1319
1320
1320
1321
1321
1322
1322
1323
1323
1324
1324
1325
1325
1326
1326
1327
1327
1328
1328
1329
1329
1330
1330
1331
1331
1332
1332
1333
1333
1334
1334
1335
1335
1336
1336
1337
1337
1338
1338
1339
1339
1340
1340
1341
1341
1342
1342
1343
1343
1344
1344
1345
1345
1346
1346
1347
1347
1348
1348
1349
1349
1350
1350
1351
1351
1352
1352
1353
1353
1354
1354
1355
1355
1356
1356
1357
1357
1358
1358
1359
1359
1360
1360
1361
1361
1362
1362
1363
1363
1364
1364
1365
1365
1366
1366
1367
1367
1368
1368
1369
1369
1370
1370
1371
1371
1372
1372
1373
1373
1374
1374
1375
1375
1376
1376
1377
1377
1378
1378
1379
1379
1380
1380
1381
1381
1382
1382
1383
1383
1
```

그립 삽입 구문

```
! [] (figures/son.jpg)
```



### 3. Code Chunk

- 실제 R code가 실행되는 부분임
- Code chunk 실행 시 다양한 옵션들이 있으나 이 부분 역시 15주 차 강의에서 간략히 다룰 예정임
- Code chunk는 `{{r}}`로 시작되며 r은 code 언어 이름을 나타냄.
- Code chunk는 `{{`}`}`로 종료
- Chunk option에 대한 상세 내용은 <https://yihui.org/knitr/options/> 또는 R Markdown 레퍼런스 가이드<sup>22</sup> 참조

Code chunk 예시

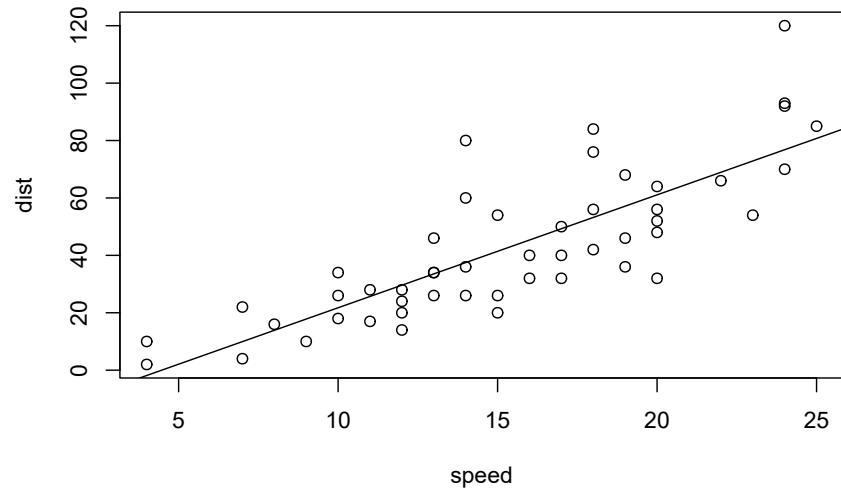
Xie의 R Markdown: The Definitive Guide에서 발췌

```
```{r}
fit = lm(dist ~ speed, data = cars)
b   = coef(fit)
plot(cars)
abline(fit)
```

```

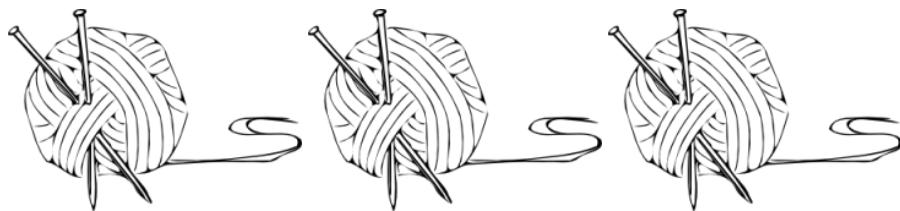
```
fit = lm(dist ~ speed, data = cars)
b   = coef(fit)
plot(cars)
abline(fit)
```

<sup>22</sup><https://rstudio.com/wp-content/uploads/2015/03/rmarkdown-reference.pdf>



- Code chunk에서 외부 그림 파일 불러오기 (Xie et al. (2018) 에서 예시  
발췌))

```
knitr::include_graphics(rep('figures/knit-logo.png', 3))
```



**Homework 1:** R Markdown 문서에 아래 내용을 포함한 문서를 html 파일 형식으로 출력 후 제출

- 간략한 자기소개 및 “통계 프로그래밍 언어” 수업에 대한 본인만의 목표 기술
- 본인이 setting 한 RStudio 구성 캡쳐 화면을 그림 파일로 저장하고 R Markdown 문서에 삽입(화면 캡쳐 시 생성 프로젝트 내 폴더 내용 반드시 포함)
- 패키지 `ggplot2`를 불러오고 `cars` 데이터셋의 2 차원 산점도 (`hint: help(geom_point)` 또는 googling 활용)를 문서에 포함



---

## **Bibliography**

---

Rizzo, M. L. (2019). *Statistical computing with R*. CRC Press.

Wickham, H. (2016). *ggplot2: elegant graphics for data analysis*. Springer.

Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L. D., Francois, R., Grolemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T. L., Miller, E., Bache, S. M., Muller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D. P., Spinu, V., Takahashi, K., Vaughan, D., Wilke, C., Woo, K., and Yutani, H. (2019). Welcome to the tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43):1686.

Wickham, H. and Grolemund, G. (2016). *R for data science: import, tidy, transform, visualize, and model data*. ” O'Reilly Media, Inc.”.

Xie, Y. (2016). *bookdown: Authoring Books and Technical Documents with R Markdown*. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, Florida. ISBN 978-1138700109.

Xie, Y., Allaire, J., and Grolemund, G. (2018). *R Markdown: The Definitive Guide*. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, Florida. ISBN 9781138359338.

권재명 (2017). 실리콘밸리 데이터 과학자가 알려주는 따라하며 배우는 데이터 과학. 제이펍, 1st edition. ISBN 979-1185890869.

서민구 (2014). *R*을 이용한 데이터 처리 & 분석. 길벗, 1st edition. ISBN 978-8966188260.

유충현, 이상호, and 김정일 (2005). *R* 그래픽스. 자유아카데미, 1st edition. ISBN 978-8973385539.