

Ch11 함수와 참조

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

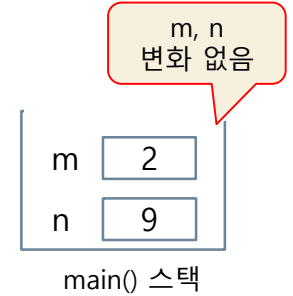
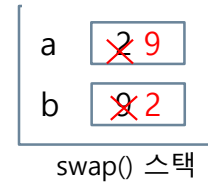
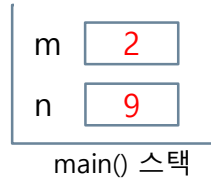
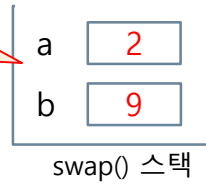
```
void swap(int a, int b) {
    int tmp;
```

```
    tmp = a;
    a = b;
    b = tmp;
```

```
}
```

```
int main() {
    int m=2, n=9;
    swap(m, n);
    cout << m << ' ' << n;
}
```

a, b에
m, n의
값 복사



(1) swap() 호출 전

(2) swap() 호출 직후

(3) swap() 실행

(4) swap() 리턴 후

2 9

값에 의한 호출

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

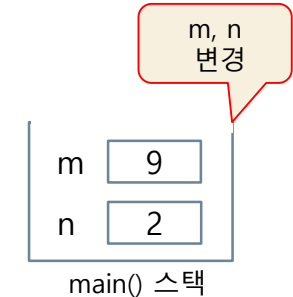
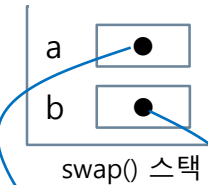
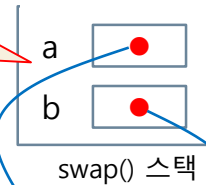
```
void swap(int *a, int *b) {
    int tmp;
```

```
    tmp = *a;
    *a = *b;
    *b = tmp;
```

```
}
```

```
int main() {
    int m=2, n=9;
    swap(&m, &n);
    cout << m << ' ' << n;
}
```

a, b에
m, n의
주소 전달



(1) swap() 호출 전

(2) swap() 호출 직후

(3) swap() 실행

(4) swap() 리턴 후

9 2

주소에 의한 호출

'값에 의한 호출'로 객체 전달

3

- 함수를 호출하는 쪽에서 객체 전달
 - 객체 이름만 사용
 - 함수의 매개 변수 객체 생성
 - 매개 변수 객체의 공간이 스택에 할당
 - 호출하는 쪽의 객체가 매개 변수 객체에 그대로 복사됨
 - 매개 변수 객체의 생성자는 호출되지 않음
 - 함수 종료
 - 매개 변수 객체의 소멸자 호출
- 매개 변수 객체의 생성자 소멸자의 비대칭 실행 구조
- 값에 의한 호출 시 매개 변수 객체의 생성자가 실행되지 않는 이유?
 - 호출되는 순간의 실인자 객체 상태를 매개 변수 객체에 그대로 전달하기 위함

'값에 의한 호출' 방식으로 increase(Circle c) 함수가 호출되는 과정

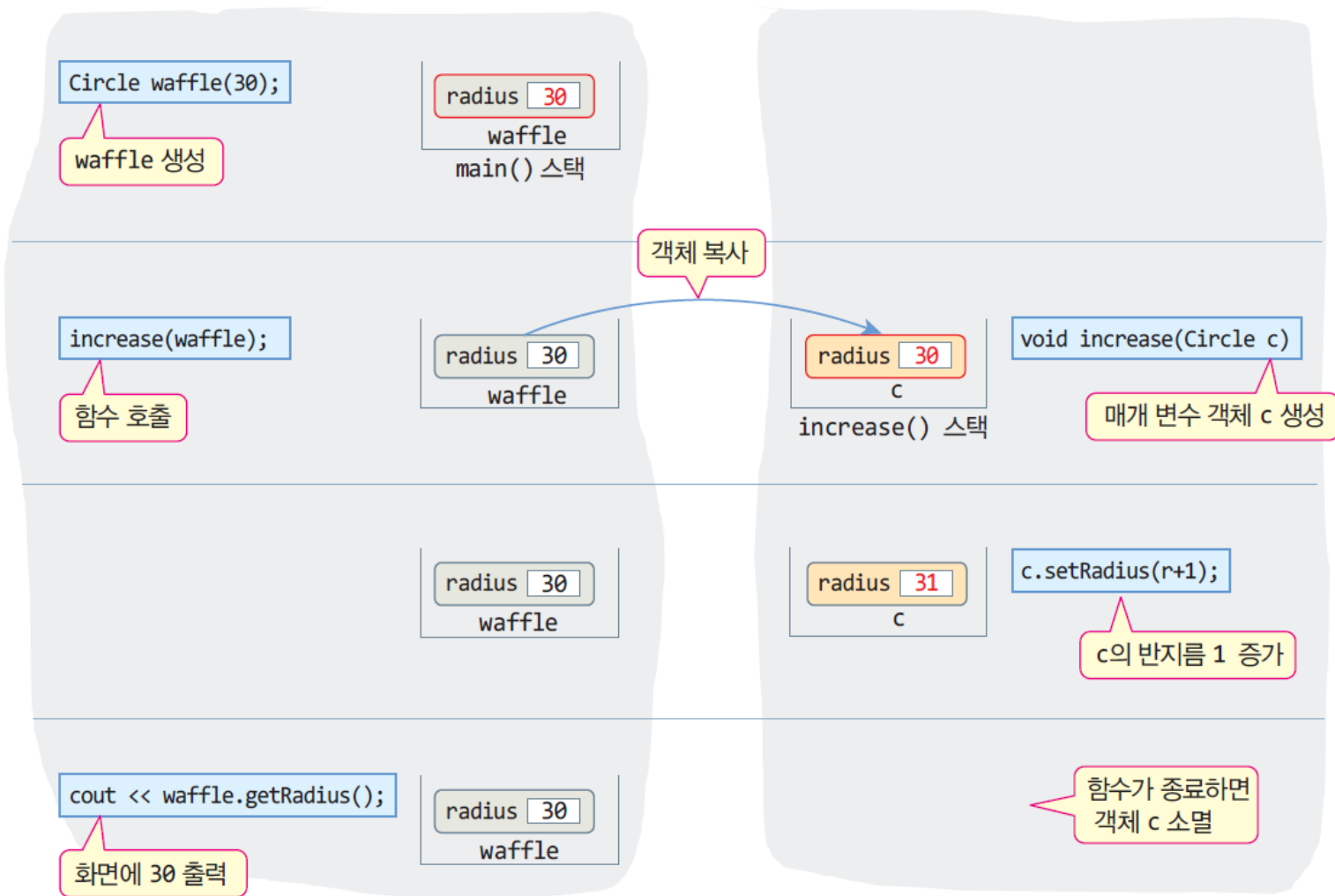
→ 실행 결과

30

```
int main() {  
    Circle waffle(30);  
    increase(waffle);  
    cout << waffle.getRadius() << endl;  
}
```

call by value

```
void increase(Circle c) {  
    int r = c.getRadius();  
    c.setRadius(r+1);  
}
```



예제 5-1 '값에 의한 호출'시 매개 변수의 생성자 실행되지 않음

```
void increase(Circle c) {
    int r = c.getRadius();
    c.setRadius(r+1);
}
```

```
int main() {
    Circle waffle(30);
    increase(waffle);
    cout << waffle.getRadius() << endl;
}
```

waffle의 내용이 그대로 c에 복사

waffle 생성

```
Circle(int radius) radius = 30
~Circle() radius = 31
30
```

waffle 소멸

```
~Circle() radius = 30
```

c의 생성자 실행되지 않았음

c 소멸

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
class Circle {
private:
    int radius;
public:
    Circle();
    Circle(int r);
    ~Circle();
    double getArea();
    int getRadius();
    void setRadius(int radius);
};
```

```
Circle::Circle() {
    radius = 1;
    cout << "Circle() radius = " << radius << endl;
}
```

```
Circle::Circle(int radius) {
    this->radius = radius;
    cout << "Circle(int radius) radius = " << radius << endl;
}
```

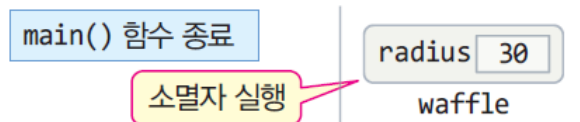
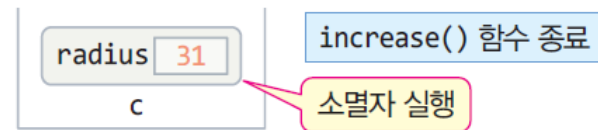
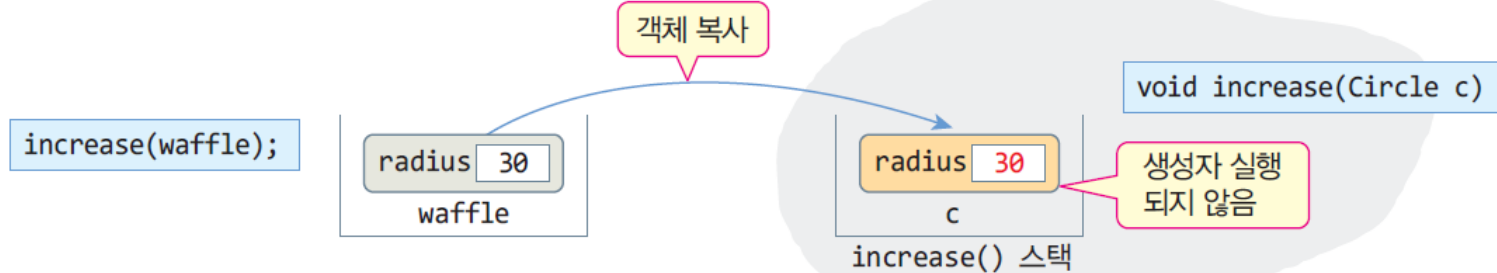
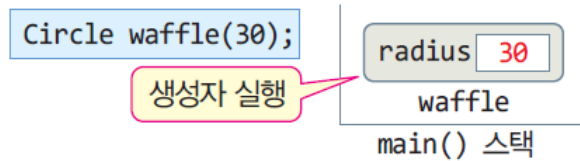
```
double Circle::getArea() {
    return 3.14 * radius * radius;
}
```

```
int Circle::getRadius() {
    return radius;
}
```

```
void Circle::setRadius(int radius) {
    this->radius = radius;
}
```

```
Circle::~~Circle() {
    cout << "~Circle() radius = " << radius << endl;
}
```

'값에 의한 호출'시에 생성자와 소멸자의 비대칭 실행



함수에 객체 전달 - '주소에 의한 호출'로

7

- 함수 호출시 객체의 주소만 전달
 - ▣ 함수의 매개 변수는 객체에 대한 포인터 변수로 선언
 - ▣ 함수 호출 시 생성자 소멸자가 실행되지 않는 구조

'주소에 의한 호출'로 increase(Circle *p) 함수가 호출되는 과정

31

```
int main() {  
    Circle waffle(30);  
    increase(&waffle);  
    cout << waffle.getRadius() ;  
}
```

call by address

```
void increase(Circle *p) {  
    int r = p->getRadius();  
    p->setRadius(r+1);  
}
```

Circle waffle(30);

waffle 생성

radius 30

waffle
main() 스택

waffle의 주소가
p에 전달

increase(&waffle);

함수호출

radius 30

waffle

p

increase() 스택

void increase(Circle *p)

매개 변수 포인터 p 생성

radius 31

waffle

p

p->setRadius(r+1);

waffle의 반지름 1 증가

cout << waffle.getRadius();

31이 화면에 출력됨

radius 31

waffle

함수가 종료하면
포인터 p 소멸

객체 치환 및 객체 리턴

9

□ 객체 치환

- ▣ 동일한 클래스 타입의 객체끼리 치환 가능
- ▣ 객체의 모든 데이터가 비트 단위로 복사

```
Circle c1(5);  
Circle c2(30);  
c1 = c2; // c2 객체를 c1 객체에 비트 단위 복사. c1의 반지름 30됨
```

- ▣ 치환된 두 객체는 현재 내용물만 같을 뿐 독립적인 공간 유지

□ 객체 리턴

- ▣ 객체의 복사본 리턴

```
Circle getCircle() {  
    Circle tmp(30);  
    return tmp; // 객체 tmp 리턴  
}
```

```
Circle c; // c의 반지름 1  
c = getCircle(); // tmp 객체의 복사본이 c에 치환. c의 반지름은 30이 됨
```

예제 5-2 객체 리턴

10

```
#include <iostream>
using namespace std;

class Circle {
    int radius;
public:
    Circle();
    Circle(int radius);
    void setRadius(int radius);
    double getArea();
};

Circle::Circle() {
    radius = 1;
}

Circle::Circle(int radius) {
    this->radius = radius;
}

void Circle::setRadius(int radius) {
    this->radius = radius;
}

double Circle::getArea() {
    return 3.14 * radius * radius;
}
```

```
Circle getCircle() {
    Circle tmp(30);
    return tmp; // 객체 tmp를 리턴한다.
}
```

tmp 객체의 복사본이
리턴된다.

```
int main() {
    Circle c; // 객체가 생성된다. radius=1로 초기화된다.
    cout << c.getArea() << endl;

    c = getCircle();
    cout << c.getArea() << endl;
}
```

tmp 객체가 c에 복사된다.
c의 radius는 30이 된다.

3.14
2826

참조에 의한 호출 사례

11

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
void swap(int &a, int &b) {
    int tmp;

    tmp = a;
    a = b;
    b = tmp;
}
```

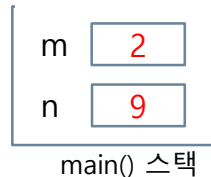
```
int main() {
    int m=2, n=9;
    swap(m, n);
    cout << m << ' ' << n;
}
```

참조 매개 변수 a, b

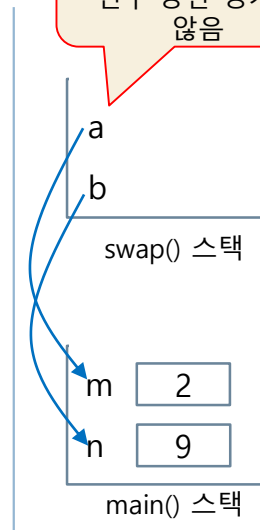
참조 매개 변수를
보통 변수처럼 사용

함수가 호출되면
m, n에 대한 참
조 변수 a, b가
생긴다.

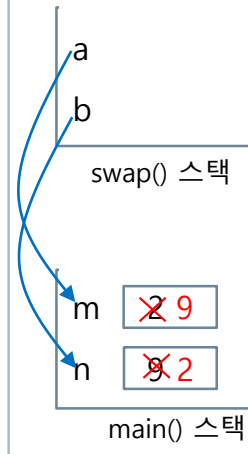
a, b는 m, n의 별명.
a, b 이름만 생성.
변수 공간 생기지
않음



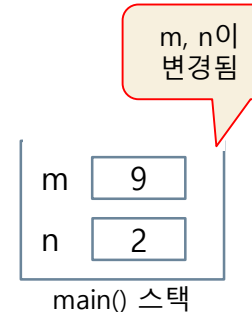
(1) swap() 호출 전



(2) swap() 호출 직후



(3) swap() 실행



(4) swap() 리턴 후

9 2

예제 5-6 참조에 의한 호출로 Circle 객체에 참조 전달

```
void increaseCircle(Circle &c) {
    int r = c.getRadius();
    c.setRadius(r+1);
}
```

참조 매개 변수 c

```
int main() {
    Circle waffle(30);
    increaseCircle(waffle);
    cout << waffle.getRadius() << endl;
}
```

참조에 의한 호출

생성자 실행 radius = 30
31

waffle 객체 생성

소멸자 실행 radius = 31

waffle 객체 소멸

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
class Circle {
private:
    int radius;
public:
    Circle();
    Circle(int r);
    ~Circle();
    double getArea();
    int getRadius();
    void setRadius(int radius);
};
```

```
Circle::Circle() {
    radius = 1;
    cout << "Circle() radius = " << radius << endl;
}

Circle::Circle(int radius) {
    this->radius = radius;
    cout << "Circle(int radius) radius = " << radius << endl;
}

double Circle::getArea() {
    return 3.14 * radius * radius;
}

int Circle::getRadius() {
    return radius;
}

void Circle::setRadius(int radius) {
    this->radius = radius;
}

Circle::~~Circle() {
    cout << "~Circle() radius = " << radius << endl;
}
```

참조 리턴

13

- C 언어의 함수 리턴
 - ▣ 함수는 반드시 값만 리턴
 - 기본 타입 값 : int, char, double 등
 - 포인터 값
- C++의 함수 리턴
 - ▣ 함수는 값 외에 참조 리턴 가능
 - ▣ 참조 리턴
 - 변수 등과 같이 현존하는 공간에 대한 참조 리턴
 - 변수의 값을 리턴하는 것이 아님

예제 5-8 간단한 참조 리턴 사례

14

ex5-8-0-ValueReturn.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;

// int 형을 반환하는 함수
int change(int value) {
    int i = 0;
    i = value;        // 지역변수에 저장
    return i;         // 지역변수 리턴
}

int main() {
    // change 함수를 호출하여 전달된 값을 받음
    int intval = change(100);

    // 결과 출력
    cout << " 저장된 값: " << intval << endl;

    return 0;
}
```

100

ex5-8-1-ReferenceReturn.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;

// int 형 포인터를 반환하는 함수
int* change(int value) {
    int* i = new int; // 동적 메모리 할당
    *i = value;        // 메모리에 값 저장
    return i;          // 포인터 반환
}

int main() {
    // change 함수를 호출하여 int 값을 저장한 포인터를 받음
    int* intval = change(100);

    // 결과 출력
    cout << "저장된 값: " << *intval << endl;

    // 메모리 해제
    delete intval;

    return 0;
}
```

100

```

#include <iostream>
using namespace std;

class Circle {
    int radius;
public:
    Circle();
    Circle(int r);
    ~Circle();
    double getArea();
    int getRadius();
    void setRadius(int radius);
};

Circle::Circle() {
    radius = 1;
    cout << "Circle() radius = " << radius << endl;
}

Circle::Circle(int radius) {
    this->radius = radius;
    cout << "Circle(int radius) radius = " << radius << endl;
}

double Circle::getArea() {
    return 3.14 * radius * radius;
}

int Circle::getRadius() {
    cout << "Circle 객체의 반지름: " << radius << endl;
    return radius;
}

void Circle::setRadius(int radius) {
    this->radius = radius;
}

Circle::~~Circle() {
    //cout << "~Circle() radius = " << radius << endl;
}

```

```

// 1. 값으로 객체 리턴
Circle createCircleByValue(int r) {
    Circle temp(r); // 임시 객체 생성
    return temp;    // 값으로 리턴 (복사 발생)
}

// 2. 포인터로 객체 리턴
Circle* createCircleByPointer(int r) {
    Circle* ptr = new Circle(r); // 동적 객체 생성
    return ptr;                  // 포인터 반환
}

// 3. 참조로 객체 리턴
Circle& createCircleByReference(Circle& circle) {
    return circle; // 참조로 반환
}

int main() {
    int r;
    cout << "=== 값으로 객체 리턴 ===" << endl;
    Circle c1 = createCircleByValue(5);
    r=c1.getRadius();

    cout << "\n=== 포인터로 객체 리턴 ===" << endl;
    Circle* c2 = createCircleByPointer(10);
    r = c2->getRadius();
    delete c2; // 동적 할당된 객체는 반드시 해제

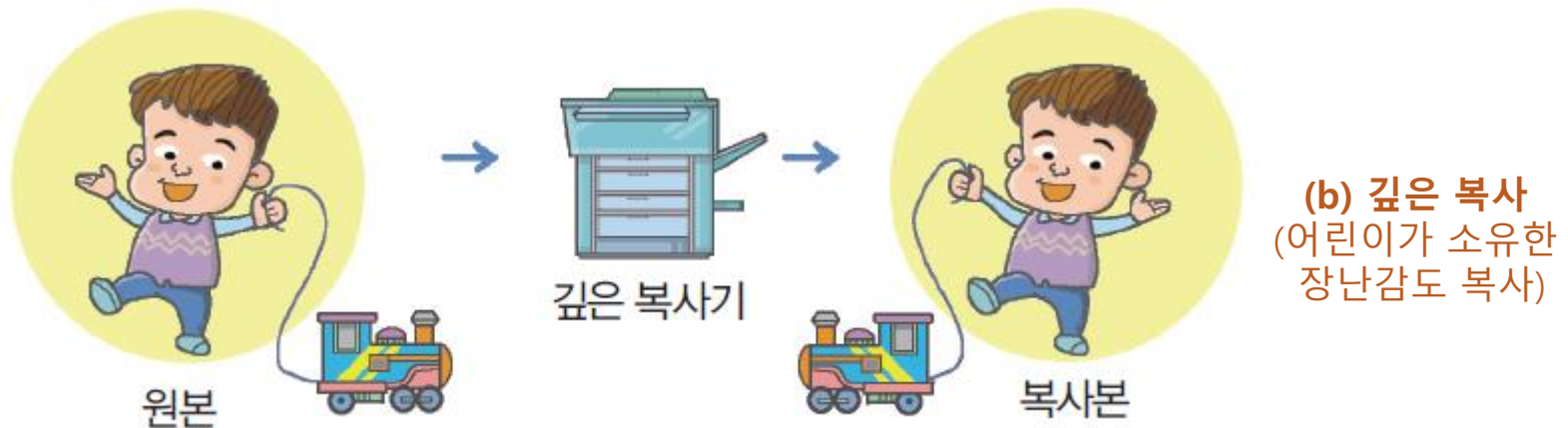
    cout << "\n=== 참조로 객체 리턴 ===" << endl;
    Circle c3(15);
    Circle& c4 = createCircleByReference(c3);
    r = c4.getRadius();

    return 0;
}

```

얇은 복사와 깊은 복사

16



C++에서 얇은 복사와 깊은 복사

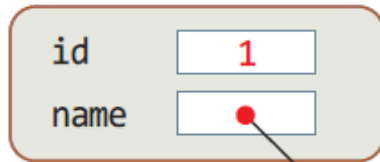
17

- 얇은 복사(shallow copy)
 - ▣ 객체 복사 시, 객체의 멤버를 1:1로 복사
 - ▣ 객체의 멤버 변수에 동적 메모리가 할당된 경우
 - 사본은 원본 객체가 할당 받은 메모리를 공유하는 문제 발생
- 깊은 복사(deep copy)
 - ▣ 객체 복사 시, 객체의 멤버를 1:1대로 복사
 - ▣ 객체의 멤버 변수에 동적 메모리가 할당된 경우
 - 사본은 원본이 가진 메모리 크기 만큼 별도로 동적 할당
 - 원본의 동적 메모리에 있는 내용을 사본에 복사
 - ▣ 완전한 형태의 복사
 - 사본과 원본은 메모리를 공유하는 문제 없음

C++에서 객체의 복사

```
class Person {  
    int id;  
    char *name;  
    .....  
};
```

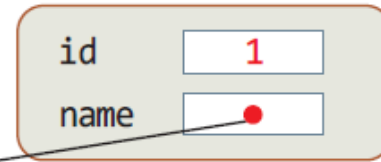
Person 타입 객체, 원본



얕은
복사기



복사본 객체



(a) 얕은 복사

name 포인터가 복사되었기 때문에
메모리 공유! - 문제 유발

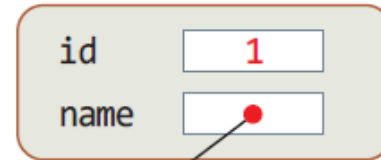
Person 타입 객체, 원본



깊은
복사기



복사본 객체



(b) 깊은 복사

name 포인터의 메모리도
복사되었음

복사 생성자

19

- 복사 생성자(copy constructor)란?
 - ▣ 객체의 복사 생성시 호출되는 특별한 생성자
- 특징
 - ▣ 한 클래스에 오직 한 개만 선언 가능
 - ▣ 복사 생성자는 보통 생성자와 클래스 내에 중복 선언 가능
 - ▣ 모양
 - 클래스에 대한 참조 매개 변수를 가지는 독특한 생성자
- 복사 생성자 선언

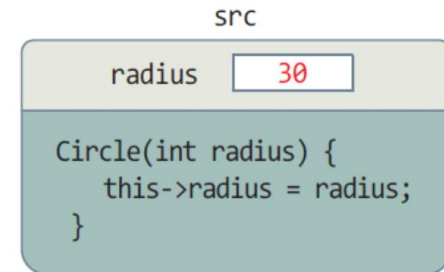
```
class Circle {  
    .....  
    Circle(const Circle& c); // 복사 생성자 선언  
    .....  
};  
  
Circle::Circle(const Circle& c) { // 복사 생성자 구현  
    .....  
}
```

자기 클래스에 대한
참조 매개 변수

복사 생성 과정

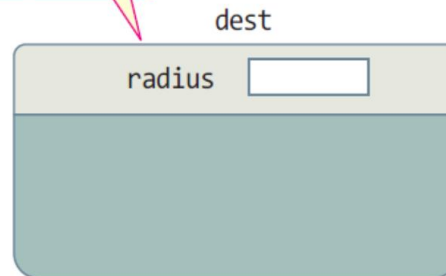
20

(1) Circle src(30);



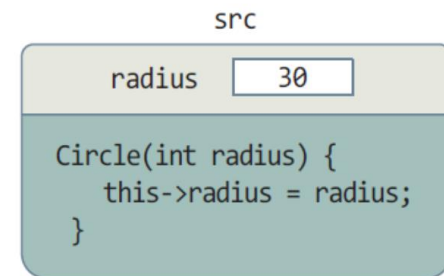
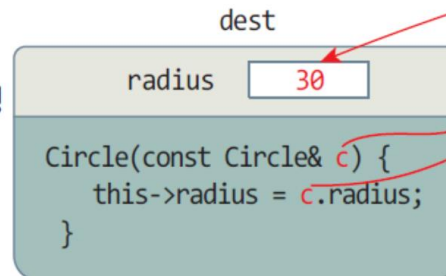
(2) Circle dest(src);

dest 객체
공간 할당

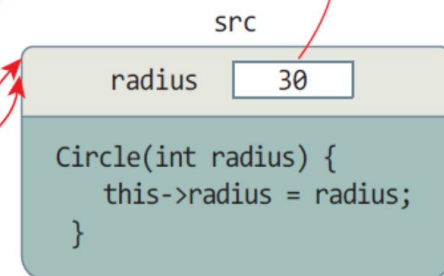


전달

(3) dest 객체의 복사 생성자
Circle(const Circle& c) 실행



복사



예제 5-9 Circle의 복사 생성자와 객체 복사

```
#include <iostream>
using namespace std;

class Circle {
private:
    int radius;
public:
    Circle(const Circle& c);
    Circle();
    Circle(int r);
    double getArea();
};

Circle::Circle(const Circle& c) { // 복사 생성자 구현
    this->radius = c.radius;
    cout << "복사 생성자 실행 radius = " << radius << endl;
}

Circle::Circle() {
    radius = 1;
}

Circle::Circle(int radius) {
    this->radius = radius;
}

double Circle::getArea() {
    return 3.14 * radius * radius;
}

int main() {
    Circle src(30); // src 객체의 보통 생성자 호출
    Circle dest(src); // dest 객체의 복사 생성자 호출

    cout << "원본의 면적 = " << src.getArea() << endl;
    cout << "사본의 면적 = " << dest.getArea() << endl;
}
```

dest 객체가 생성될 때
Circle(const Circle& c)

복사 생성자 실행 radius = 30
src area = 2826
dest area = 2826

디폴트 복사 생성자

22

- 복사 생성자가 선언되어 있지 않는 클래스
 - ▣ 컴파일러는 자동으로 디폴트 복사 생성자 삽입

```
class Circle {  
    int radius;  
public:  
    Circle(int r);  
    double getArea();  
};
```

복사 생성자
없음

복사 생성자 없는데
컴파일 오류?

```
Circle dest(src); // 복사 생성. Circle(const Circle&) 호출
```

```
Circle::Circle(const Circle& c) {  
    this->radius = c.radius;  
    // 원본 객체 c의 각 멤버를 사본(this)에 복사한다.  
}
```

디폴트 복사 생성자

디폴트 복사 생성자 사례

23

```
class Book {  
    double price;    // 가격  
    int pages;       // 페이지수  
    char *title;     // 제목  
    char *author;    // 저자이름  
public:  
    Book(double pr, int pa, char* t, char* a);  
    ~Book()  
};
```

복사 생성자가 없는 Book 클래스

컴파일러가 삽입하는
디폴트 복사 생성자

```
Book(const Book& book) {  
    this->price = book.price;  
    this->pages = book.pages;  
    this->title = book.title;  
    this->author = book.author;  
}
```

예제 5-10 얇은 복사 생성자를 사용하여 프로그램이 비정상 종료되는 경우

24

```
#define _CRT_SECURE_NO_WARNINGS
#include <iostream>
#include <cstring>
using namespace std;

class Person { // Person 클래스 선언
    char* name;
    int id;
public:
    Person(int id, const char* name); // 생성자
    ~Person(); // 소멸자
    void changeName(const char *name);
    void show() { cout << id << ' ' << name << endl; }
};

Person::Person(int id, const char* name) { // 생성자
    this->id = id;
    int len = strlen(name); // name의 문자 개수
    this->name = new char [len+1]; // name 문자열 공간 할당
    strcpy(this->name, name); // name에 문자열 복사
}

Person::~Person() { // 소멸자
    if(name) // 만일 name에 동적 할당된 배열이 있으면
        delete [] name; // 동적 할당 메모리 소멸
}

void Person::changeName(const char* name) { // 이름 변경
    if(strlen(name) > strlen(this->name))
        return;
    strcpy(this->name, name);
}
```

컴파일러에 의해
디폴트 복사 생성자 삽입

```
Person::Person(const Person& p) {
    this->id = p.id;
    this->name = p.name;
}
```

name 메모리 반환


```

int main() {
    Person father(1, "Kitae");    // (1) father 객체 생성
    Person daughter(father);      // (2) daughter 객체 복사 생성. 복사생성자호출

    cout << "daughter 객체 생성 직후 ----" << endl;
    father.show();                // (3) father 객체 출력
    daughter.show();              // (3) daughter 객체 출력

    daughter.changeName("Grace"); // (4) daughter의 이름을 "Grace"로 변경
    cout << "daughter 이름을 Grace로 변경한 후 ----" << endl;
    father.show();                // (5) father 객체 출력
    daughter.show();              // (5) daughter 객체 출력

    return 0;                    // (6), (7) daughter, father 객체 소멸
}

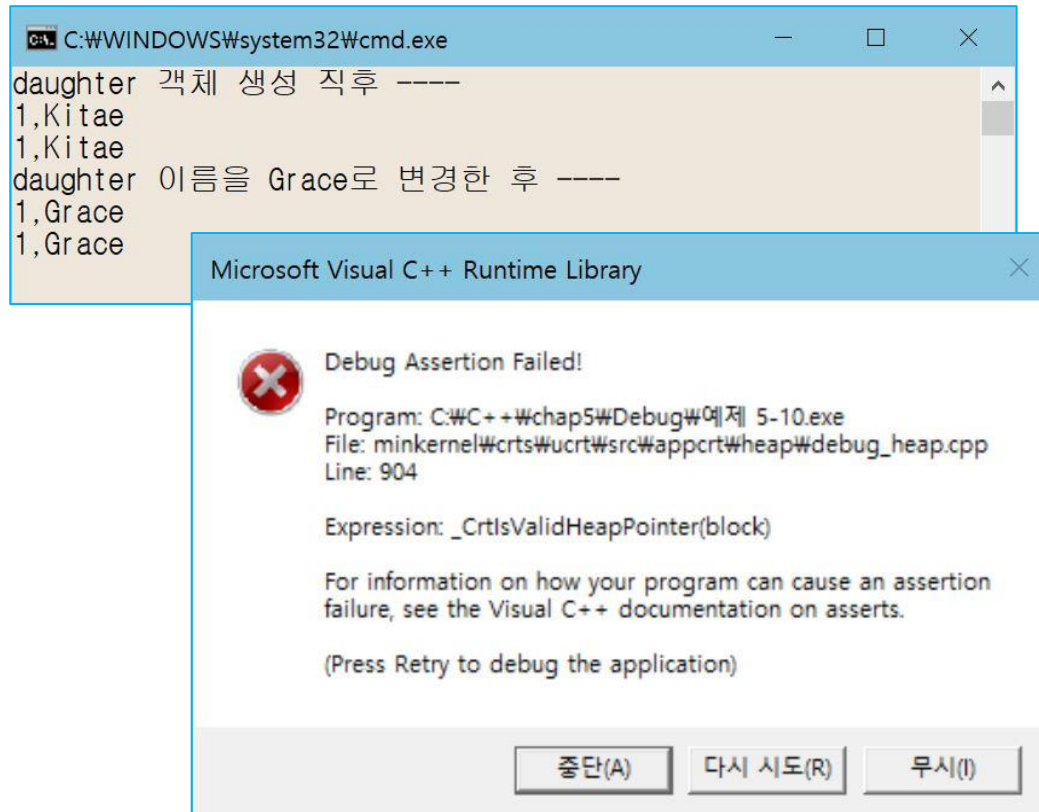
```

컴파일러가 삽입한
디폴트 복사 생성자 호출

daughter, father 순으로 소멸.
father가 소멸할 때, 프로그램
비정상 종료됨

예제 5-10의 실행 결과

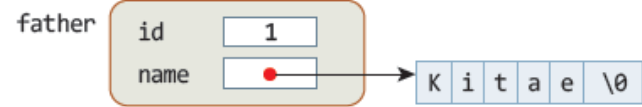
26



예제 5-10의 실행 과정

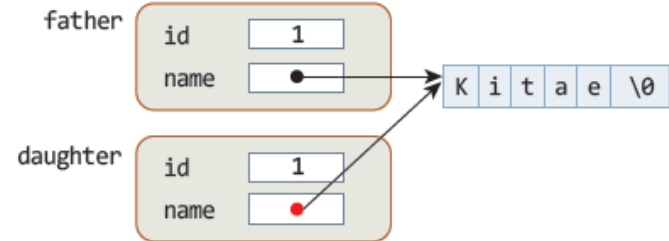
(1) `Person father(1, "Kitae");`

father 객체 생성



(2) `Person daughter(father);`

father를 복사한
daughter 객체 생성



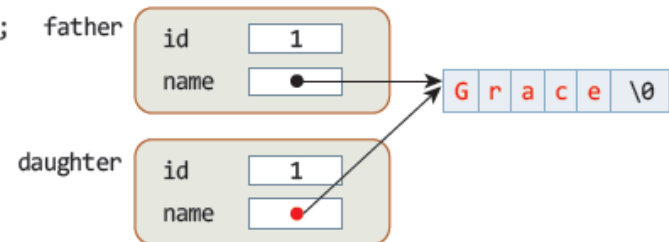
(3) `father.show();`
`daughter.show();`

⇒ 실행 결과

1,Kitae
1,Kitae

(4) `daughter.changeName("Grace");`

daughter의 이름
변경

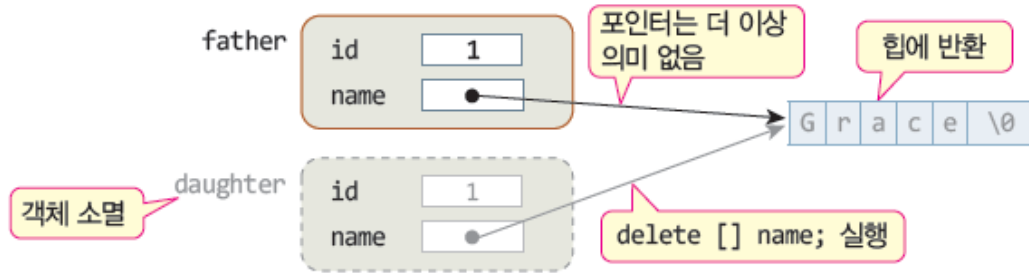


(5) `father.show();`
`daughter.show();`

⇒ 실행 결과

1,Grace
1,Grace

(6) daughter 객체 소멸



(7) father 객체 소멸



예제 5-11 깊은 복사 생성자를 가진 정상적 인 Person 클래스

```
#define _CRT_SECURE_NO_WARNINGS
#include <iostream>
#include <cstring>
using namespace std;

class Person { // Person 클래스 선언
    char* name;
    int id;
public:
    Person(int id, const char* name); // 생성자
    Person(const Person& person); // 복사 생성자
    ~Person(); // 소멸자
    void changeName(const char *name);
    void show() { cout << id << ' ' << name << endl; }
};

Person::Person(int id, const char* name) { // 생성자
    this->id = id;
    int len = strlen(name); // name의 문자 개수
    this->name = new char [len+1]; // name 문자열 공간 할당
    strcpy(this->name, name); // name에 문자열 복사
}

Person::Person(const Person& person) { // 복사 생성자
    this->id = person.id; // id 값 복사
    int len = strlen(person.name); // name의 문자 개수
    this->name = new char [len+1]; // name을 위한 공간 할당
    strcpy(this->name, person.name); // name의 문자열 복사
    cout << "복사 생성자 실행. 원본 객체의 이름 " << this->name << endl;
}

Person::~~Person() { // 소멸자
    if(name) // 만일 name에 동적 할당된 배열이 있으면
        delete [] name; // 동적 할당 메모리 소멸
}

void Person::changeName(const char* name) { // 이름 변경
    if(strlen(name) > strlen(this->name))
        return; // 현재 name에 할당된 메모리보다 긴 이름으로 바꿀 수 없다.
    strcpy(this->name, name);
}
```

id 복사

name 복사

name 메모리 반환

```

int main() {
    Person father(1, "Kitae");    // (1) father 객체 생성
    Person daughter(father);      // (2) daughter 객체 복사 생성. 복사생성자호출

    cout << "daughter 객체 생성 직후 ----" << endl;
    father.show();                // (3) father 객체 출력
    daughter.show();              // (3) daughter 객체 출력

    daughter.changeName("Grace"); // (4) daughter의 이름을 "Grace"로 변경
    cout << "daughter 이름을 Grace로 변경한 후 ----" << endl;
    father.show();                // (5) father 객체 출력
    daughter.show();              // (5) daughter 객체 출력

    return 0;                    // (6), (7) daughter, father 객체 소멸
}

```

Person에 작성된
깊은 복사 생성자
호출

daughter, father
순으로 소멸

예제 5-11의 실행 결과

31

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
복사 생성자 실행. 원본 객체의 이름 Kitae
daughter 객체 생성 직후 ----
1,Kitae
1,Kitae
daughter 이름을 Grace로 변경한 후 ----
1,Kitae
1,Grace
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

복사 생성자에서 출력한 내용

예제 5-11의 실행 과정

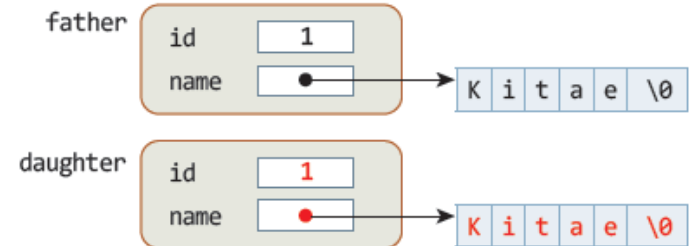
(1) `Person father(1, "Kitae");`

father 객체 생성



(2) `Person daughter(father);`

father를 복사한
daughter 객체 생성



→ 실행 결과

복사 생성자 실행 Kitae

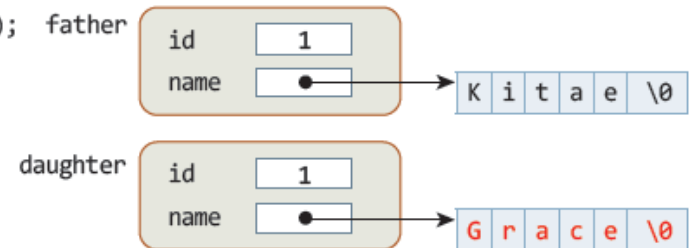
(3) `father.show();`
`daughter.show();`

→ 실행 결과

1,Kitae
1,Kitae

(4) `daughter.changeName("Grace");`

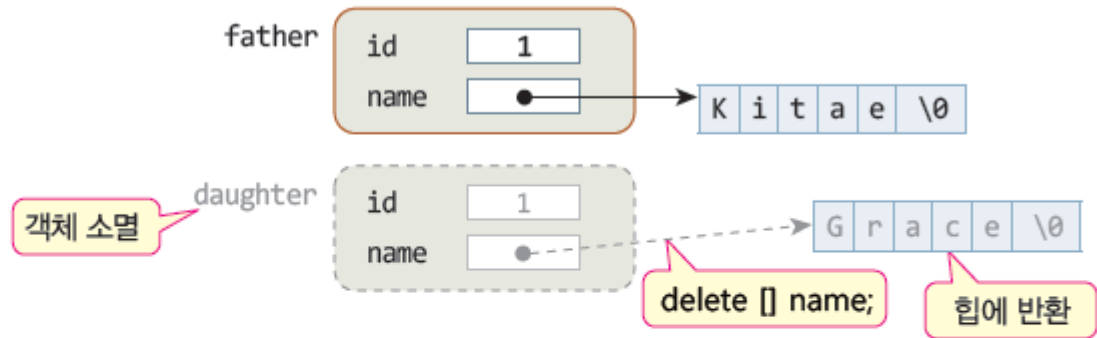
daughter의 이름
변경



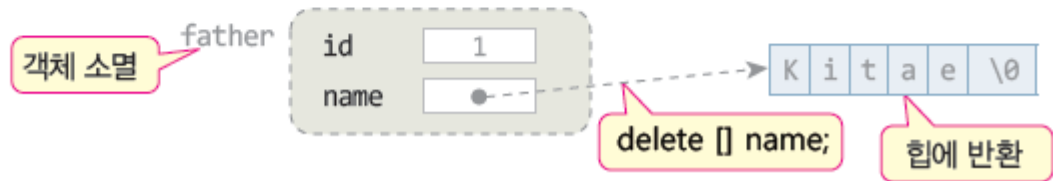
→ 실행 결과

1,Kitae
1,Grace

(6) daughter 객체 소멸



(7) father 객체 소멸



예제 5-12 묵시적 복사 생성에 의해 복사 생성자가 자동 호출되는 경우

34

```
void f(Person person) {  
    person.changeName("dummy");  
}
```

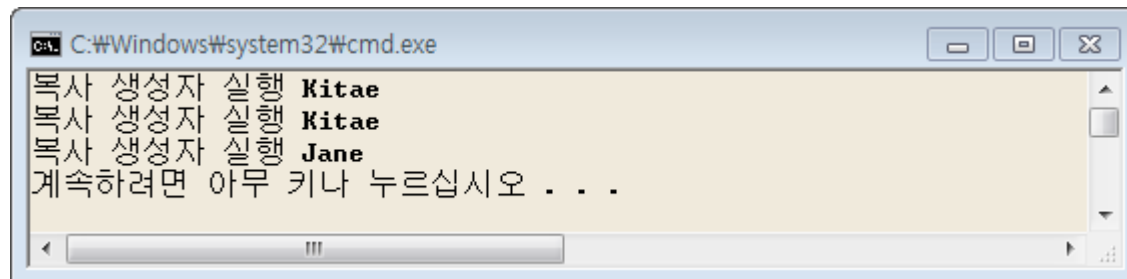
2. '값에 의한 호출'로 객체가 전달될 때.
person 객체의 복사 생성자 호출

```
Person g() {  
    Person mother(2, "Jane");  
    return mother;  
}
```

3. 함수에서 객체를 리턴할 때.mother
객체의 복사본 생성. 복사본의 복사 생
성자 호출

```
int main() {  
    Person father(1, "Kitae");  
    Person son = father;  
    f(father);  
    g();  
}
```

1. 객체로 초기화하여 객체가 생성될 때.
son 객체의 복사 생성자 호출



```
C:\Windows\system32\cmd.exe  
복사 생성자 실행 Kitae  
복사 생성자 실행 Kitae  
복사 생성자 실행 Jane  
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```