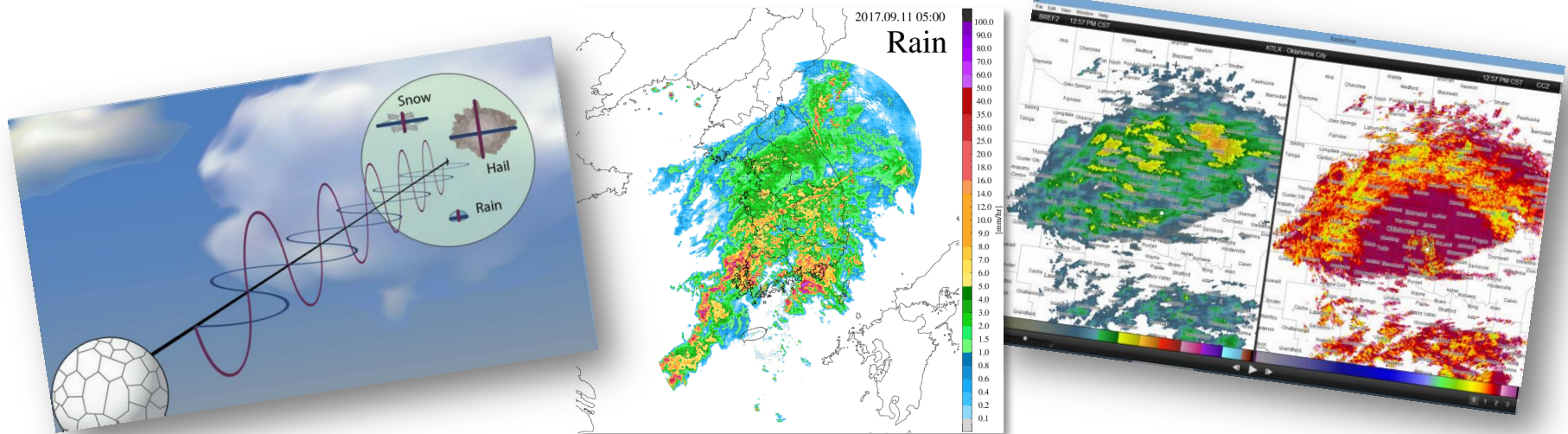


# UF자료와 레이더 소프트웨어 라이브러리(RSL)



2018년 1월 11일

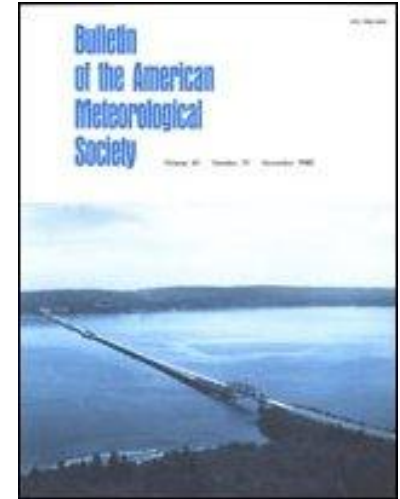
정 성 화, 김 해 림

기상청 기상레이더센터 레이더분석과



## □ UF 자료란?

- Universal Format의 약자
- 레이더 파일구조(file format) 중 한 형태  
ex) NEXRAD Level II, Cfradial NetCDF, ODIM\_HDF5, EDGE, SIGMET, Lassen, etc
- Barnes, S. L., 1980: Report on a meeting to establish a common Doppler radar exchange format. Bull. Amer. Meteor. Soc., 61, 1401-1404. (November 1980)에 발표



## □ 기상청 적용

- 1998년 EEC 5개 레이더(관악산, 군산, 부산, 동해, 제주)의 운영시스템 업그레이드 중, 레이더 합성을 고려하여, EDGE format (.vol)을 UF 자료로 변환하는 프로그램을 설치.
- 이후, 모든 레이더 구매시, UF자료로 원시자료를 저장하도록 구매규격서에 명시
- 공군은 1999~2001년 EEC 5개(대구, 사천, 광주, 원주, 예천) 레이더 도입사업을 진행하며 UF 자료로 변환하는 프로그램을 도입 ➔ 기상청과 UF로 자료교환



## UF 구조

- 연속된 Ray (Header + Data)를 반복하며 순차적으로 기록
- 2 byte integer로 data를 구성
- Header의 구성

### ① Mandatory Header의 구성

: 위·경도 해발고도, 레이더명, 관측시간  
sweep 번호, Ray 번호, 고도각, 방위각 등

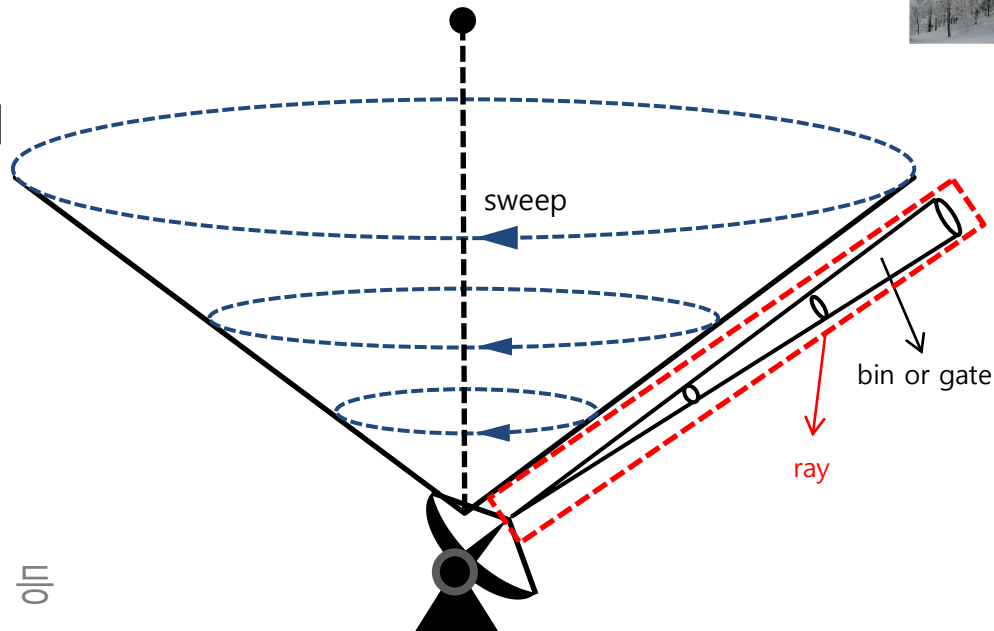
② **Optional Header, Local use header:** 잘 사용하지 않음

③ **Data Header :** 자료종류와 각 자료의 입력 위치

④ **Field Header :** 빔폭, Nyquist velocity, 편파기능 유무,  
Bin수, Scale factor 등

- Data의 구성 : 실제값 x Scale Factor (=100)

Null 값 = -32768





1st Sweep 1st Ray	헤더	MANDATORY	OPTIONAL	LOCAL USE	DATA
	Field 자료부	FIELD 헤더		FIELD 자료(DZ)	Bin 수만큼 자료저장
		FIELD 헤더		FIELD 자료(CZ)	
		FIELD 헤더		FIELD 자료(VR)	
		FIELD 헤더		FIELD 자료(SW)	
1st Sweep 2nd Ray	헤더	MANDATORY	OPTIONAL	LOCAL USE	DATA
	Field 자료부	FIELD 헤더		FIELD 자료(DZ)	Bin 수만큼 자료저장
		FIELD 헤더		FIELD 자료(CZ)	
		FIELD 헤더		FIELD 자료(VR)	
		FIELD 헤더		FIELD 자료(SW)	

.....(중략).....

1st Sweep Final Ray	헤더	MANDATORY	OPTIONAL	LOCAL USE	DATA
	Field 자료부	FIELD 헤더		FIELD 자료(DZ)	Bin 수만큼 자료저장
		FIELD 헤더		FIELD 자료(CZ)	
		FIELD 헤더		FIELD 자료(VR)	
		FIELD 헤더		FIELD 자료(SW)	
2nd Sweep 1st Ray	헤더	MANDATORY	OPTIONAL	LOCAL USE	DATA
	Field 자료부	FIELD 헤더		FIELD 자료(DZ)	Bin 수만큼 자료저장
		FIELD 헤더		FIELD 자료(CZ)	
		FIELD 헤더		FIELD 자료(VR)	
		FIELD 헤더		FIELD 자료(SW)	

.....(중략).....

3rd Sweep 1st Ray	헤더	MANDATORY	OPTIONAL	LOCAL USE	DATA
	Field 자료부	FIELD 헤더		FIELD 자료(DZ)	Bin 수만큼 자료저장
		FIELD 헤더		FIELD 자료(CZ)	
		FIELD 헤더		FIELD 자료(VR)	
		FIELD 헤더		FIELD 자료(SW)	

.....(중략).....

Final Sweep Final Ray	헤더	MANDATORY	OPTIONAL	LOCAL USE	DATA
	Field 자료부	FIELD 헤더		FIELD 자료(DZ)	Bin 수만큼 자료저장
		FIELD 헤더		FIELD 자료(CZ)	
		FIELD 헤더		FIELD 자료(VR)	
		FIELD 헤더		FIELD 자료(SW)	



```
for( SWEEP수 )
{
    RAY수 확인 (IRIS : 360, EDGE : 358~360)
    for( RAY수 )
    {
```

2 x 2 byte	
Mandatory Header (“UF”로 시작)	45 x 2 byte
Optional Header	14 x 2 byte
Local Use Header	0 byte

FIELD수 확인 -- FIELD란 raw data에 포함된 항목: DZ,CZ,VR,SW 등

Data Header	2 x field 수 x 2 byte
-------------	----------------------

```
for( FIELD수 )
```

Field Header	VR경우 : 21 x 2 byte
	그 외 : 19 x 2 byte

**BIN**수 확인

Data	Bin 수 x 2 byte
------	----------------

2 x 2 byte	
------------	--

```
}
```

```
}
```



## 1. 낮은 자기묘사(self description)

### 가. 설명

- UF는 일정 형식에 따라 헤더와 자료 부분을 단순 반복하며 순차적으로 기록
- UF파일 구조나 각 항목의 크기에 대한 묘사가 불충분
- 기록된 정보에 대한 특성을 기록하는 header가 없음.

### 나. 문제점

- 전체 구조에 대한 묘사가 없으므로 프로그램 구현에 어려움이 있음
  - : 각각 ray, bin, sweep 수에 대한 정보가 없음 → 파일을 decoding 한 확인의 어려움
- 메모리 할당의 문제
  - : 전체 변수(e.g. DZ, CZ, VR, SW, etc.), sweep, ray, bin 개수 정보 없음 → **메모리 최적할당 어려움**

### 다. 해결방안

- **최적할당을 하지 않는 방법**: 충분히 큰 메모리를 할당한 후 UF를 읽는 방법
  - stack memory에 불필요한 큰 영역을 정적으로 할당 → stack overflow 발생주의 (ex: 480km)
- **UF를 1회 검색하여 메모리 최적 할당 후 UF를 한 번 더 decoding읽는 방법**
  - 동일한 파일을 두 번 읽어야 하는 단점. 메모리 효율성은 좋음





for( **SWEEP수** )

{

RAY수 확인 (IRIS : 360, EDGE : 358~360)

for( **RAY수** )

{

2 x 2 byte	
Mandatory Header (“UF”로 시작)	45 x 2 byte
Optional Header	14 x 2 byte
Local Use Header	0 byte

FIELD수 확인 -- FIELD란 raw data에 포함된 항목: DZ,CZ,VR,SW 등

Data Header	2 x field 수 x 2 byte
-------------	----------------------

for( **FIELD수** )

{

Field Header	VR경우 : 21 x 2 byte
	그 외 : 19 x 2 byte

**BIN수 확인**

Data	Bin 수 x 2 byte
------	----------------

}

2 x 2 byte
------------

}

}



## 2. 파일 구조의 불규칙성

### 가. 설명

- 파일 첫 시작점을 mandatory header의 첫 글자인 U로부터 시작.
- 해당 U 글자가 나오기 전까지 임의의 빈 byte가 존재함
- 각 ray를 읽은 후 다음 mandatory header가 나오기 전까지 빈 byte가 존재
  - ➔ 문자 U가 decoding되기 전의 빈 byte와는 별도로 존재

### 나. 문제점

- 문자 U 앞 빈 공간의 byte가 항상 일정하지 않아 각 레이더 파일을 UF로 전환하는 서버, 제작사, 프로그래머에 따라 조금씩 다를 수 있어 파일 읽을 때 문제점이 존재
- ray 기록후 빈 byte 수 또한 항상 일정하지 않음

### 다. 해결방안

- mandatory의 첫 시작점을 찾는 개별 routine을 통해 해결
- ray의 마지막과 mandatory의 빈 공간을 조사하는 routine을 별도로 개발
  - ➔ 비효율적인 연산 발생





```
for( SWEEP수 )
{
    RAY수 확인 (IRIS : 360, EDGE : 358~360)
    for( RAY수 )
    {
```

<b>2 x 2 byte</b>	
Mandatory Header (“UF”로 시작)	45 x 2 byte
Optional Header	14 x 2 byte
Local Use Header	0 byte

FIELD수 확인 -- FIELD란 raw data에 포함된 항목: DZ,CZ,VR,SW 등

Data Header	2 x field 수 x 2 byte
-------------	----------------------

```
for( FIELD수 )
{
```

Field Header	VR경우 : 21 x 2 byte
	<b>그 외 : 19 x 2 byte</b>

BIN수 확인

Data	Bin 수 x 2 byte
------	----------------

```
}
```

<b>2 x 2 byte</b>
-------------------

```
}
```

```
}
```



## 3. 자료 저장의 비효율성

### 가. 설명

- UF는 mandatory header, optional header 등의 헤더를 각 ray마다 기록함
- 반복이 불필요한 (위·경도, 고도, 레이더명 등)를 반복하여 기록함

### 나. 문제점

- 레이더 고도, 위·경도 등의 정보는 전체 레이더 파일에서 한번만 기록해도 충분하지만 반복적으로 기록함으로 **공간의 낭비를 초래**하고 있음
- 맑은 날 에코가 없을 경우 **반복적으로 null 값 기록**.

다른 레이더 형식 (e.g. SIGMET)에서는 반복되는 값은 flag를 붙여서 반복되는 값과 해당 개수를 기록하여 공간을 최적화하여 사용함.



```
for( SWEEP수 )
{
    RAY수 확인 (IRIS : 360, EDGE : 358~360)
    for( RAY수 )
    {
```

2 x 2 byte	
<b>Mandatory Header (“UF”로 시작)</b>	<b>45 x 2 byte</b>
<b>Optional Header</b>	<b>14 x 2 byte</b>
<b>Local Use Header</b>	<b>0 byte</b>

FIELD수 확인 -- FIELD란 raw data에 포함된 항목: DZ,CZ,VR,SW 등

<b>Data Header</b>	<b>2 x field 수 x 2 byte</b>
--------------------	-----------------------------

```
for( FIELD수 )
{
```

<b>Field Header</b>	<b>VR경우 : 21 x 2 byte</b>
	<b>그 외 : 19 x 2 byte</b>

BIN수 확인

<b>Data</b>	<b>Bin 수 x 2 byte</b>
-------------	-----------------------

```
}
```

2 x 2 byte
------------

```
}
```

```
}
```



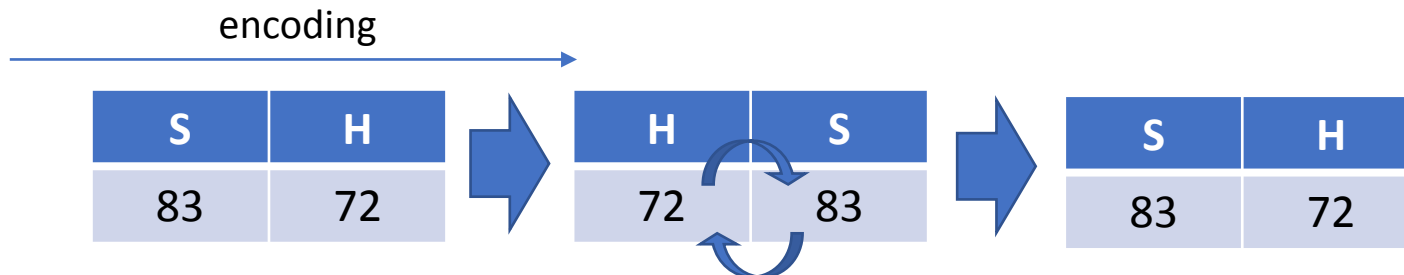
## 4. 장비, 컴파일러에 따른 의존성(little and big endian 문제)

### 가. 설명

- UF가 제안된 당시 저장매체(e.g. 테이프, 디스크)의 한계 등으로 인하여 bit 저장 방식이 기계에 따라 다소 차이가 있어 이에 대한 구현이 필요.

### 나. 문제점

- little endian과 big endian 등 bit 기록 방식이 기록 서버에 따라 달라 별도 처리 routine이 필요함.
  - 해당 파일을 읽어보고 제대로 읽어지지 않으면 little endian과 big endian을 바꿔봄으로써 자료 형식을 알 수 있음.
- ➔ C에서는 byte swap를 위한 별도의 함수 구현필요. IDL은 옵션 제공





```
for( SWEEP수 )
{
    RAY수 확인 (IRIS : 360, EDGE : 358~360)
    for( RAY수 )
    {
```

2 x 2 byte	
Mandatory Header (“UF”로 시작)	45 x 2 byte
Optional Header	14 x 2 byte
Local Use Header	0 byte

FIELD수 확인 -- FIELD란 raw data에 포함된 항목: DZ,CZ,VR,SW 등

Data Header	2 x field 수 x 2 byte
-------------	----------------------

```
for( FIELD수 )
{
```

Field Header	VR경우 : 21 x 2 byte
	그 외 : 19 x 2 byte

BIN수 확인

<b>Data</b>	<b>Bin 수 x 2 byte</b>
-------------	-----------------------

```
}
```

2 x 2 byte
------------

```
}
```

```
}
```



## 5. 낮은 확장성 및 범용성

### 가. 설명

- UF는 새로운 파일 형식을 지정하는 것이 불가능하여 확장성이 낮음

- : UF파일은 메타정보 기록이나 dummy와 같은 추가 확장 공간 없음

- 격자좌표계(cartesian coordinate)의 자료 저장을 위한 변형 불가능

- ➔ CAPPI와 같은 2차 product를 저장하는 것은 불가능. 별도의 format이 필요함.

- integer, float등의 경우 사용 서버(64bit, 32bit)에 따라 길이가 다름.

- : 자료의 크기를 machine에 상관없이 정의하여 사용하고 싶으나 정의할 공간이 없음



```
for( SWEEP수 )
{
    RAY수 확인 (IRIS : 360, EDGE : 358~360)
    for( RAY수 )
    {
```

<b>2 x 2 byte</b>	
Mandatory Header (“UF”로 시작)	45 x 2 byte
Optional Header	14 x 2 byte
Local Use Header	0 byte

FIELD수 확인 -- FIELD란 raw data에 포함된 항목: DZ,CZ,VR,SW 등

Data Header	2 x field 수 x 2 byte
-------------	----------------------

```
for( FIELD수 )
{
```

Field Header	VR경우 : 21 x 2 byte
	그 외 : 19 x 2 byte

BIN수 확인

Data	Bin 수 x 2 byte
------	----------------

```
}
```

<b>2 x 2 byte</b>
-------------------

```
}
```

```
}
```




# 다른 자료형식과의 비교



자료형식		NetCDF4(HDF)	BUFR	UF
기준				
자료 형식 기원		UCAR의 Unidata가 배열지향적인 자료의 접근과 공유를 용이하게 하기 위해 개발	WMO 규정	Barnes(1980)가 최초 소개 TRMM 위성탑재 레이더자료의 지상검증을 위해 다양한 포맷의 레이더자료를 사용하고자 명명
기본개념		바이너리 포맷, 개념모델 구성 (variables, dimensions, attributes) 사용자 정의구성	바이너리 형식 메시지 형태 국가간 자료교환에 쓰임	바이너리 포맷 헤더와 자료부분으로 구성
장단점	자기기술적 (Self-describing)	상	중 (table 참조)	하
	Metadata 자료 구조	상 (그룹화, 이름지정, 항목 추가, 저장 등이 자유로움)	중 (그룹화 및 하위그룹화가 쉽게 지원되지는 않음)	하
	용량	BUFR 보다 큼	적음	BUFR 보다 큼
	압축률	중	상	중
	전송속도	중	상	중
	효용성	간편한 툴 제공 효용성 뛰어남	폭넓게 사용하는데는 자료 해독에 어려움	널리 사용되지는 않음
	라이브러리 제공	패키지형 소프트웨어 제공, MTLAB, IDL 등과도 호환	coder/decoder 개발 필요 해독해야 함	RSL 라이브러리 제공 (C : 리눅스, IDL : 리눅스, 윈도우)
	실시간 레이더볼륨 자료 교환가능성	가능	가능	가능

# Radar Software Library

[https://trmm-fc.gsfc.nasa.gov/trmm\\_gv/software/rsl/](https://trmm-fc.gsfc.nasa.gov/trmm_gv/software/rsl/)

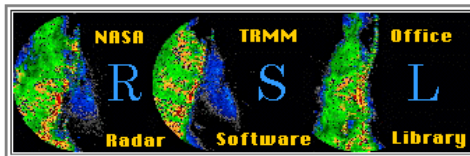
 **GODDARD SPACE FLIGHT CENTER**

[+ NASA Homepage](#)  
[+ Goddard Homepage](#)

SEARCH NASA

**PRECIPITATION MEASUREMENT MISSIONS GROUND VALIDATION**

## TRMM Radar Software Library



### Current RSL Version 1.50, released March 1, 2017

In support of the [Tropical Rainfall Measuring Mission's \(TRMM\) Global Validation Program](#), the NASA TRMM Satellite Validation Office has developed a Radar Software Library for working with the various input radar formats. This is an object-oriented library written in C.

This library is an object oriented programming environment for writing software applicable to all RADAR data related to the [TRMM GV](#) effort. This library reads the WSR88D, Lassen, Sigmec, McGill, UF, HDF, RADTEC and native RSL file formats. Additional functions are provided to manipulate the RSL objects. Nearly all of the functions return objects. When they don't, they usually perform actions like output, making images, etc. The most general object in RSL is **Radar**. The structure **Radar** is the method used to define the ideal or universal radar representation in RAM while keeping the natural resolution of the data unchanged. More simply, **Radar** represents the super set of all radar file formats. The **Radar** structure is hierarchically defined such that it is composed of **Volumes**, each containing one field type. **Volumes** are composed of **Sweeps**. **Sweeps** are composed of **Rays** and **Rays** contains a vector of the field type. Some field types are Reflectivity(DZ), Velocity(VR), Spectrum Width(SW), etc. There are approximately 20 field types. See the [Users Guide](#) for more information. Also, check out [What's New](#).

Send questions or comments to [gsfc-rsl-help@lists.nasa.gov](mailto:gsfc-rsl-help@lists.nasa.gov).


Indexed Reference  
Download latest version

http://trmm-fc.gsfc.nasa.gov/trmm\_gv/software/rsl/quick\_ref.html - Wi...

http://trmm-fc.gsfc.nasa.gov/trmm\_gv/software/rsl/quick\_ref.html

Google 검색

http://trmm-fc.gsfc.nasa.gov/trmm\_gv/software/rsl/quick\_ref.html



**Indexed Reference for RSL**

[Introduction](#)

[Structures](#)

[Users guide](#)

[Programmers guide](#)

[Internal Routines](#)

최신버전 다운로드



## □ 지원자료형식

Format type	Input	Output
Sigmet Raw Product	Yes	No
WSR-88D Level II	Yes	No
UF – Universal Format	Yes	Yes
Lassen	Yes	No
McGill	Yes	No
HDF 1B-51, 1C-51	Yes	Yes
RADTEC	Yes	No

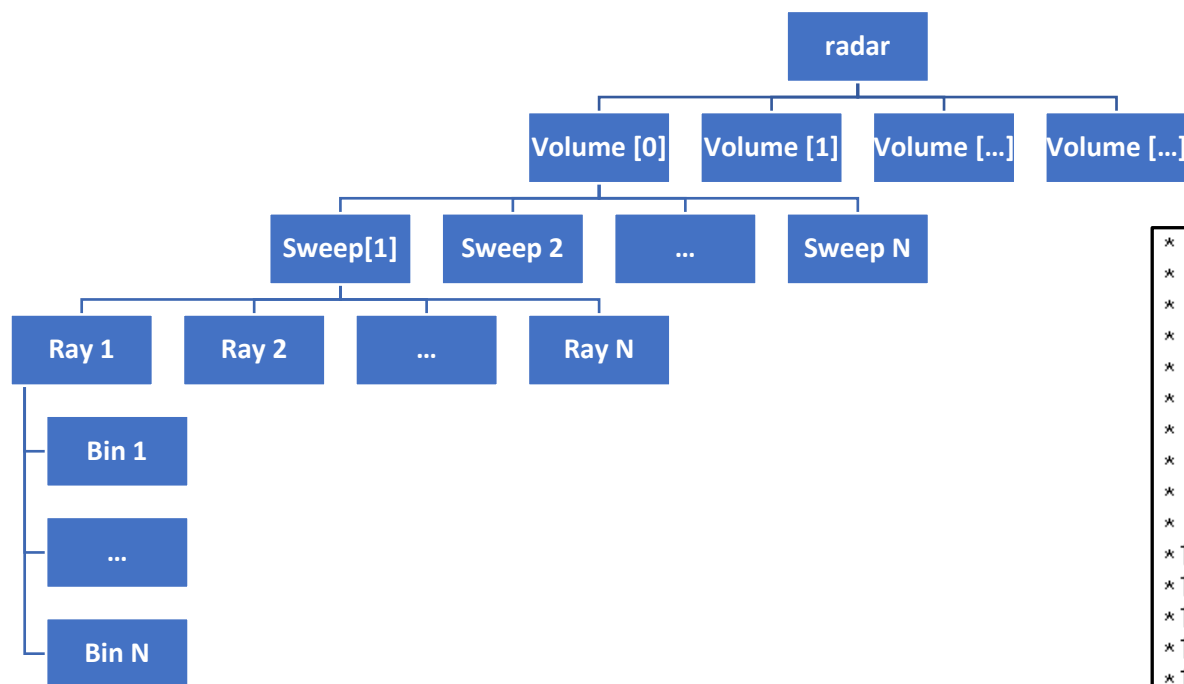
## □ 지원되지는 않지만 이전 버전과 호환성을 위해 유지하는 코드

Format type	Input	Output
EDGE	Yes	No
RAPIC	Yes	No



## ▣ Radar structure

- Radar-Volume-Sweep-Ray-Bin의 5개 계층구조
- 각 계층은 bin을 제외하고 모두 Header를 가짐



## Volume의 종류

- \* 0 = DZ\_INDEX = reflectivity.
- \* 1 = VR\_INDEX = velocity.
- \* 2 = SW\_INDEX = spectrum\_width.
- \* 3 = CZ\_INDEX = corrected reflectivity.
- \* 4 = ZT\_INDEX = total reflectivity.
- \* 5 = DR\_INDEX = differential refl.
- \* 6 = LR\_INDEX = another differential refl.
- \* 7 = ZD\_INDEX = another refl form.
- \* 8 = DM\_INDEX = recieved power.
- \* 9 = RH\_INDEX = Rho coefficient.
- \* 10 = PH\_INDEX = Phi (MCTEX parameter).
- \* 11 = XZ\_INDEX = X-band reflectivity.
- \* 12 = CR\_INDEX = Corrected DR.
- \* 13 = MZ\_INDEX = DZ mask for 1C-51 HDF.
- \* 14 = MR\_INDEX = DR mask for 1C-51 HDF.
- \* 15 = ZE\_INDEX = Edited reflectivity.
- \* 16 = VE\_INDEX = Edited velocity.
- \* 17 = KD\_INDEX = KDP (unknown) for MCTEX data.
- \* 18 = TI\_INDEX = TIME (unknown) for MCTEX data.



## (1) 레이더 자료 읽고 그림그리기

```
#include "rsl.h"
void main(int argc, char **argv)
{
    Radar *radar;
    radar = RSL_anyformat_to_radar("radar.dat", NULL);
    RSL_load_refl_color_table();
    RSL_volume_to_gif(radar->v[DZ_INDEX], "dz_sweep", 400, 400, 200.0);
}
```

## (2) 구조체 메모리의 할당

```
Radar *radar;
Volume *volume;

volume = radar->v[CZ_INDEX];
if (volume != NULL) {
    /* Do something with volume. */
}
```



## □ 기상레이더센터에서 사용하는 RSL 버전

- 4개 버전이 현재 공존 → 레이다분석과에서 현재 통일작업 진행중

RSL버전	사용부처	비고
RSL-1.40 수정(경북대)	현업기본 라이브러리	내부적으로 RSL-1.43 으로 불림
RSL-1.40 수정(경북대 수정 + 연구팀 수정)	480km 자료처리, 연구팀 일부	
RSL-1.50	운영과	순수 NASA 버전 수정버전과 호환 제한
RSL-1.50 수정(경북대 수정 + 연구팀 수정)	신규업데이트	

- NASA의 RSL 수정내용 반영을 위해서는 NASA수정본에 WRC 수정내용 매번 적용필요

# RSL 업데이트 내용 – file type수정



## 1.40\_knu modify

```
#define MAX_RADAR_VOLUMES 45
```

```
#define DZ_INDEX 0
#define VR_INDEX 1
#define SW_INDEX 2
#define CZ_INDEX 3
#define ZT_INDEX 4
#define DR_INDEX 5
#define LR_INDEX 6
#define ZD_INDEX 7
#define DM_INDEX 8
#define RH_INDEX 9
#define PH_INDEX 10
#define XZ_INDEX 11
#define CD_INDEX 12
#define MZ_INDEX 13
#define MD_INDEX 14
#define ZE_INDEX 15
#define VE_INDEX 16
#define KD_INDEX 17
#define TI_INDEX 18
#define DX_INDEX 19
#define CH_INDEX 20
#define AH_INDEX 21
#define CV_INDEX 22
#define AV_INDEX 23
#define SQ_INDEX 24
#define AT_INDEX 25 // 감쇠
#define BK_INDEX 26 // 빔 차폐
#define QZ_INDEX 27 // 통합반사도 품질정보
#define QV_INDEX 28 // 시선속도 품질정보
#define QF_INDEX 29 // 반사도 품질정보
#define HC_INDEX 30
#define VI_INDEX 31 // SW 품질정보
#define RC_INDEX 32 // 강수유형 분류(NSSL)
#define BI_INDEX 33 // 밝은띠 품질정보
#define TD_INDEX 34 // TID (비강수유형)
#define ZG_INDEX 35 // 반사도 경도
#define ZS_INDEX 36 // 반사도 샘플링노이즈
#define VS_INDEX 37 // 샘플링 노이즈(VR)
#define SS_INDEX 38 // 샘플링 노이즈(SW)
#define DS_INDEX 39 // 샘플링 노이즈(DR)
#define RS_INDEX 40 // 샘플링 노이즈(RH)
#define PS_INDEX 41 // 샘플링 노이즈(PH)
#define EL_INDEX 42 // HSR Elevation Angle
#define ET_INDEX 43 // HSR Beam Height
#define SN_INDEX 44 // snow
```

## RSL 1.50 (NASA 배포본)

```
#define MAX_RADAR_VOLUMES 47
```

```
#define DZ_INDEX 0
#define VR_INDEX 1
#define SW_INDEX 2
#define CZ_INDEX 3
#define ZT_INDEX 4
#define DR_INDEX 5
#define LR_INDEX 6
#define ZD_INDEX 7
#define DM_INDEX 8
#define RH_INDEX 9
#define PH_INDEX 10
#define XZ_INDEX 11
#define CD_INDEX 12
#define MZ_INDEX 13
#define MD_INDEX 14
#define ZE_INDEX 15
#define VE_INDEX 16
#define KD_INDEX 17
#define TI_INDEX 18
#define DX_INDEX 19
#define CH_INDEX 20
#define AH_INDEX 21
#define CV_INDEX 22
#define AV_INDEX 23
#define SQ_INDEX 24
#define VS_INDEX 25
#define VL_INDEX 26
#define VG_INDEX 27
#define VT_INDEX 28
#define NP_INDEX 29
#define HC_INDEX 30
#define VC_INDEX 31
#define V2_INDEX 32
#define S2_INDEX 33
#define V3_INDEX 34
#define S3_INDEX 35
#define CR_INDEX 36
#define CC_INDEX 37
#define PR_INDEX 38
#define SD_INDEX 39
#define ZZ_INDEX 40
#define RD_INDEX 41
#define ET_INDEX 42
#define EZ_INDEX 43
#define TV_INDEX 44
#define ZV_INDEX 45
#define SN_INDEX 46
```

수정반영



# RSL 업데이트 내용 – file type수정



## 1.40\_knu modify

```
#ifdef USE_RSL_VARS
static char *RSL_ftype[] = {"DZ", "VR", "SW", "CZ", "ZT", "DR",
    "LR", "ZD", "DM", "RH", "PH", "XZ",
    "CD", "MZ", "MD", "ZE", "VE", "KD",
    "TI", "DX", "CH", "AH", "CV", "AV",
    "SQ", "AT", "BK", "QZ", "QV", "QF",
    "HC", "VI", "RC", "BI", "TD", "ZG",
    "ZS", "VS", "SS", "DS", "RS", "PS",
    "EL", "ET", "SN"};
```

```
static float (*RSL_f_list[])(Range x) = {DZ_F, VR_F, SW_F, CZ_F, ZT_F, DR_F,
    LR_F, ZD_F, DM_F, RH_F, PH_F, XZ_F,
    CD_F, MZ_F, MD_F, ZE_F, VE_F, KD_F,
    TI_F, DX_F, CH_F, AH_F, CV_F, AV_F,
    SQ_F, AT_F, BK_F, QZ_F, QV_F, QF_F,
    HC_F, VI_F, RC_F, BI_F, TD_F, ZG_F,
    ZS_F, VS_F, SS_F, DS_F, RS_F, PS_F,
    EL_F, ET_F, SN_F};
```

```
static Range (*RSL_invf_list[])(float x)
= {DZ_INVF, VR_INVF, SW_INVF, CZ_INVF, ZT_INVF, DR_INVF,
    LR_INVF, ZD_INVF, DM_INVF, RH_INVF, PH_INVF, XZ_INVF,
    CD_INVF, MZ_INVF, MD_INVF, ZE_INVF, VE_INVF, KD_INVF,
    TI_INVF, DX_INVF, CH_INVF, AH_INVF, CV_INVF, AV_INVF,
    SQ_INVF, AT_INVF, BK_INVF, QZ_INVF, QV_INVF, QF_INVF,
    HC_INVF, VI_INVF, RC_INVF, BI_INVF, TD_INVF, ZG_INVF,
    ZS_INVF, VS_INVF, SS_INVF, DS_INVF, RS_INVF, PS_INVF,
    EL_INVF, ET_INVF, SN_INVF};
```

```
#endif
```

## RSL 1.50 (NASA 배포본)

```
#ifdef USE_RSL_VARS
static char *RSL_ftype[] = {"DZ", "VR", "SW", "CZ", "ZT", "DR",
    "LR", "ZD", "DM", "RH", "PH", "XZ",
    "CD", "MZ", "MD", "ZE", "VE", "KD",
    "TI", "DX", "CH", "AH", "CV", "AV",
    "SQ", "VS", "VL", "VG", "VT", "NP",
    "HC", "VC", "V2", "S2", "V3", "S3",
    "CR", "CC", "PR", "SD", "ZZ", "RD",
    "ET", "EZ", "TV", "ZV", "SN"};
```

```
static float (*RSL_f_list[])(Range x) = {DZ_F, VR_F, SW_F, CZ_F, ZT_F, DR_F,
    LR_F, ZD_F, DM_F, RH_F, PH_F, XZ_F,
    CD_F, MZ_F, MD_F, ZE_F, VE_F, KD_F,
    TI_F, DX_F, CH_F, AH_F, CV_F, AV_F,
    SQ_F, VS_F, VL_F, VG_F, VT_F, NP_F,
    HC_F, VC_F, VR_F, SW_F, VR_F, SW_F,
    DZ_F, CZ_F, PH_F, SD_F, DZ_F, DZ_F,
    ZT_F, DZ_F, ZT_F, DZ_F, SN_F};
```

```
static Range (*RSL_invf_list[])(float x)
= {DZ_INVF, VR_INVF, SW_INVF, CZ_INVF, ZT_INVF, DR_INVF,
    LR_INVF, ZD_INVF, DM_INVF, RH_INVF, PH_INVF, XZ_INVF,
    CD_INVF, MZ_INVF, MD_INVF, ZE_INVF, VE_INVF, KD_INVF,
    TI_INVF, DX_INVF, CH_INVF, AH_INVF, CV_INVF, AV_INVF,
    SQ_INVF, VS_INVF, VL_INVF, VG_INVF, VT_INVF, NP_INVF,
    HC_INVF, VC_INVF, VR_INVF, SW_INVF, VR_INVF, SW_INVF,
    DZ_INVF, CZ_INVF, PH_INVF, SD_INVF, DZ_INVF, DZ_INVF,
    ZT_INVF, DZ_INVF, ZT_INVF, DZ_INVF, SN_INVF};
```

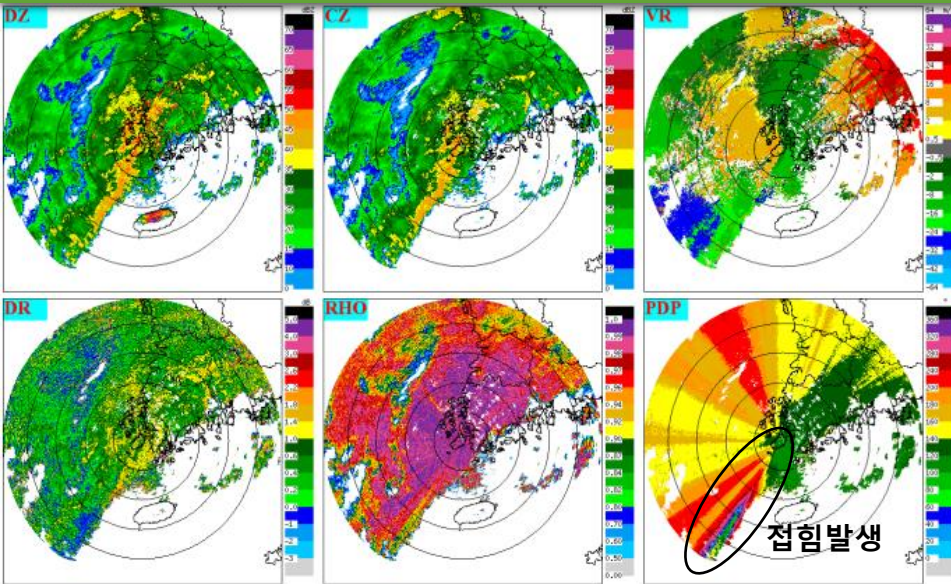
```
#endif
```

수정반영

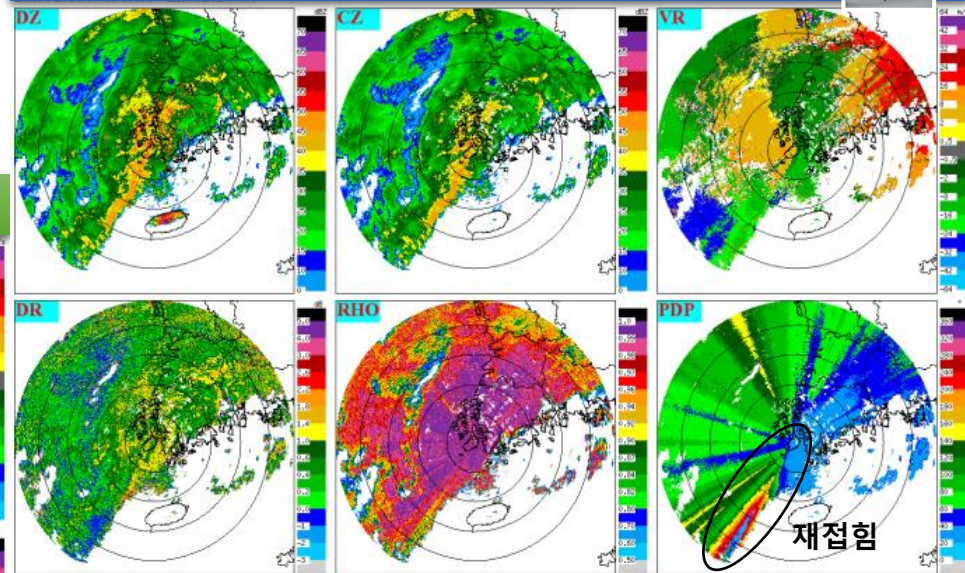
# [개선 1] 차등위상차 접힘 풀기

- 대상 : 진도이중편파레이더
- 분석사례 : 2016년 7월 3일 1350 KST

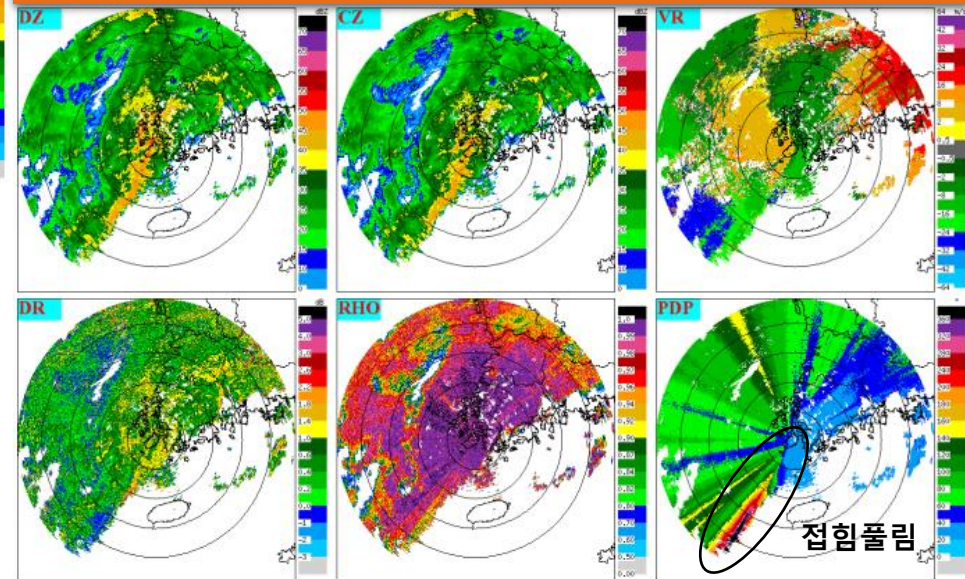
NoQC



FQC(RSL\_1.43, 현업사용)

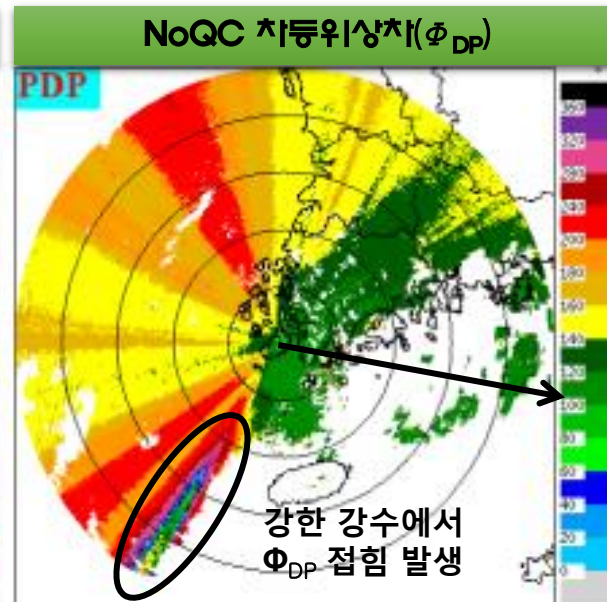
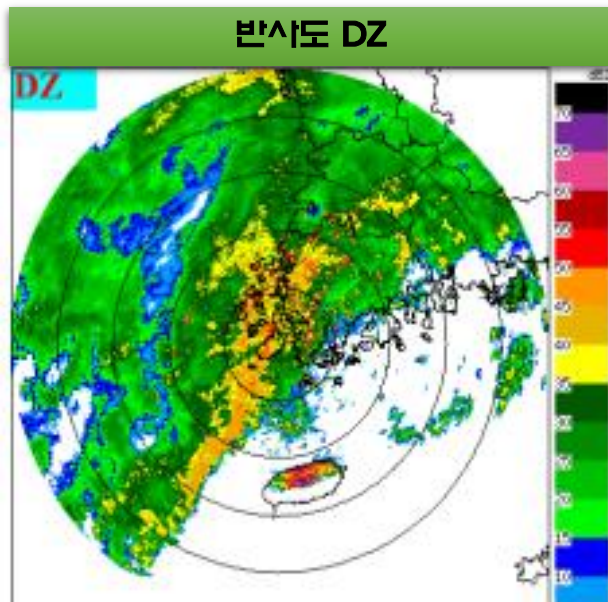


FQC(RSL\_1.50\_WRC)





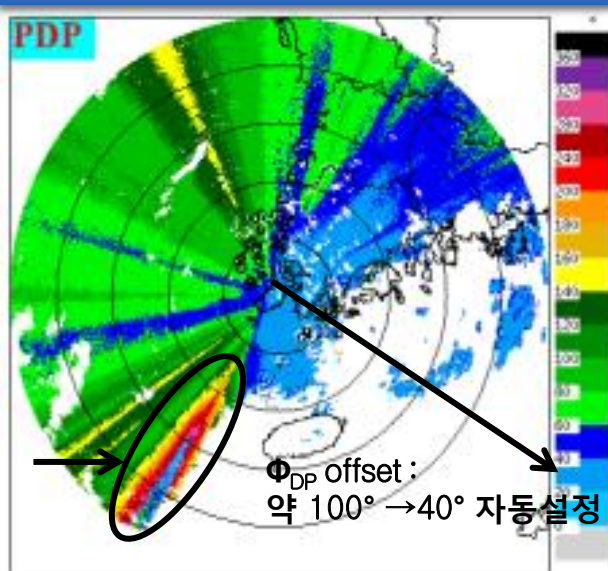
# [개선 1] 차등위상차 접힘 풀기



$\Phi_{DP}$  offset : 약  $100^\circ$

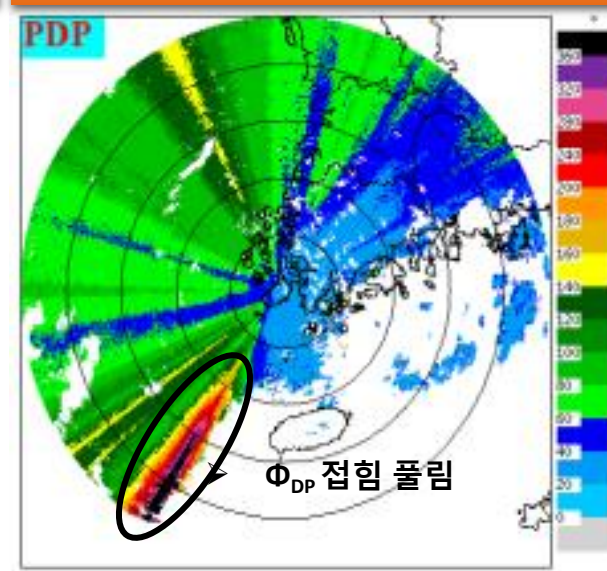
**PH\_UNFOLD\_AUTO +RSL\_1.4.3(현업)**

**PH\_UNFOLD\_AUTO +RSL\_1.5\_WRC**



$\Phi_{DP}$  재 접힘

$\Phi_{DP}$  offset :  
약  $100^\circ \rightarrow 40^\circ$  자동 설정



$\Phi_{DP}$  접힘 풀림

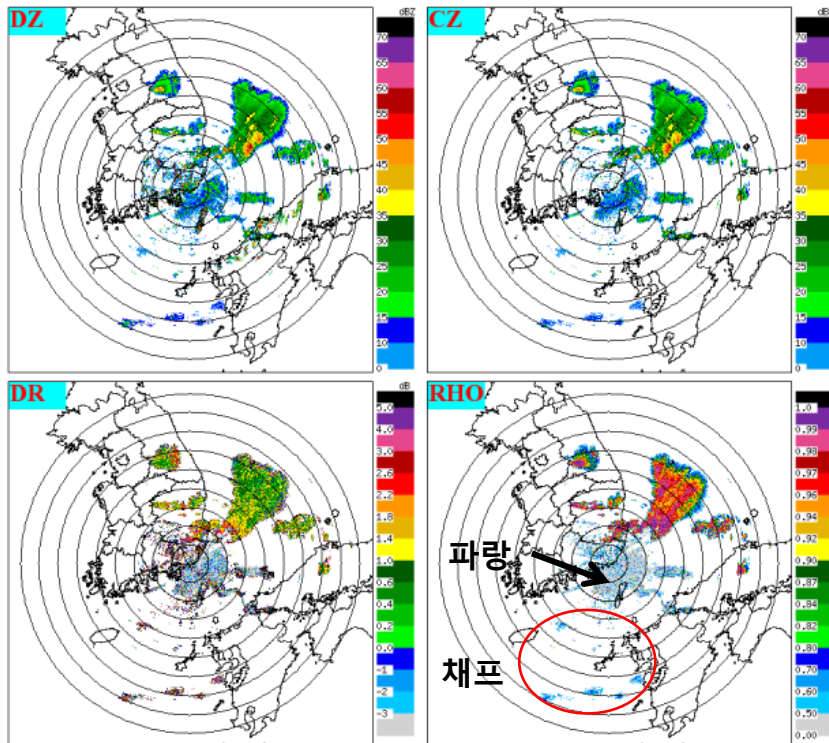
## [개선 2] 480km 자료 읽기 가능



- **문제점** : 기존 라이브러리를 사용하면 buffer 문제로 480km 레이더자료에 대한 알고리즘 수행 에러 발생
- **해결** : buffer 길이 조정을 통해(RSL\_1.5\_WRC) 480 km 레이더자료 수행가능

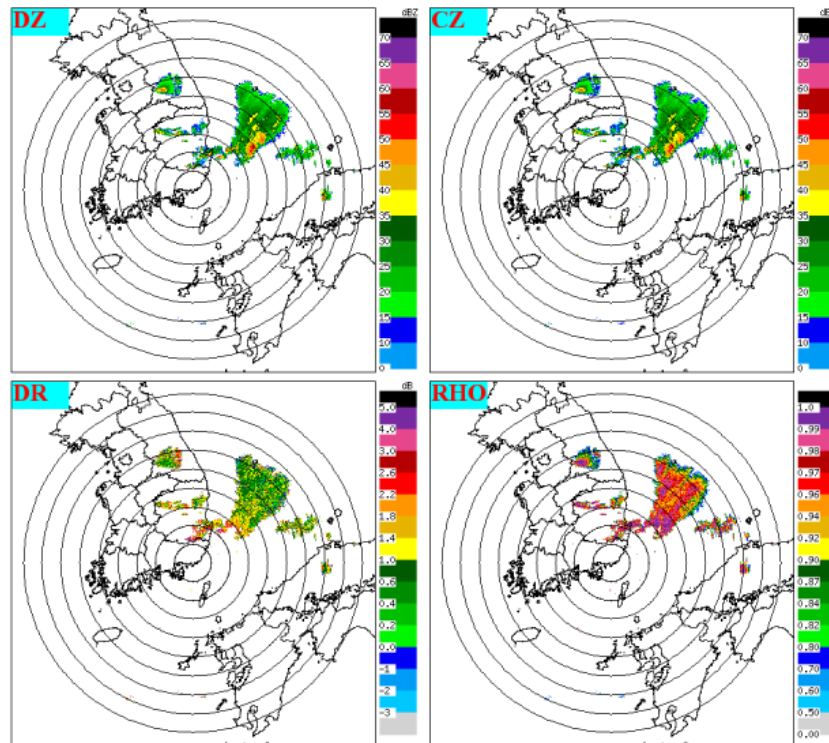
구덕산 NoQC 480 km

Date : 2017/06/01 15:56 Elevation : 0.0°



FQC+RSL\_1.5O\_WRC

Date : 2017/06/01 15:56 Elevation : 0.0°



<2017년 6월 1일 1556 KST 구덕산 이중편파레이더 0.0°PPI>

# RSL의 문제점 – file size 변화



## ■ 예시 : 진도사이트 2016. 7. 3. 1350 KST (240km 자료)

	원시UF	RSL_1.4.3	RSL_1.5_WRC
파일크기	19832393	19170067	19197504

```

Convert Name = TRMMGTUF
No Data Value = 0x8000
=====UF Optional Header(28)=====
ProjectName = RADAR_UF
BaselineAzimuth = NO-DATA
BaselineElevation = NO-DATA
VolumeScan Time = 04:50:00
FieldTapeName = EDGE
Flag = 2
=====UF Data Header(70)=====
Fields in this ray = 9
Records in this ray = 1
Fields this record = 9
Field 000 type = DZ
Position = 81
Field 001 type = VR
Position = 1060
Field 002 type = SW
Position = 2041
Field 003 type = CZ
Position = 3022
Field 004 type = DR
Position = 4001
Field 005 type = PH
Position = 4980
Field 006 type = RH
Position = 5959
Field 007 type = KD
Position = 6938
Field 008 type = HC
Position = 7917
    
```

```

Convert Name = RSLv1.43
No Data Value = 0x8000
=====UF Optional Header(28)=====
ProjectName = TRMMGVUF
BaselineAzimuth = NO-DATA
BaselineElevation = NO-DATA
VolumeScan Time = 04:50:03
FieldTapeName = RADAR_UF
Flag = 2
=====UF Data Header(70)=====
Fields in this ray = 9
Records in this ray = 1
Fields this record = 9
Field 000 type = DZ
Position = 81
Field 001 type = VR
Position = 1060
Field 002 type = SW
Position = 2041
Field 003 type = CZ
Position = 3020
Field 004 type = DR
Position = 3999
Field 005 type = RH
Position = 4978
Field 006 type = PH
Position = 5957
Field 007 type = KD
Position = 6936
Field 008 type = HC
Position = 7915
    
```

```

Convert Name = RSLv1.50
No Data Value = 0x8000
=====UF Optional Header(28)=====
ProjectName = TRMMGVUF
BaselineAzimuth = NO-DATA
BaselineElevation = NO-DATA
VolumeScan Time = 04:50:03
FieldTapeName = RADAR_UF
Flag = 2
=====UF Data Header(70)=====
Fields in this ray = 9
Records in this ray = 1
Fields this record = 9
Field 000 type = DZ
Position = 81
Field 001 type = VR
Position = 1060
Field 002 type = SW
Position = 2041
Field 003 type = CZ
Position = 3020
Field 004 type = DR
Position = 3999
Field 005 type = RH
Position = 4978
Field 006 type = PH
Position = 5957
Field 007 type = KD
Position = 6936
Field 008 type = HC
Position = 7915
    
```



# RSL의 문제점 – file size 변화



```

===UF Field Data(8400) for SW===
0: 31.1 0.0 -.- 0.4 0.6 0.7 0.7 0.8 0.6 0.8 0.5 0.6 0.5 0.6 0.6
15: 0.5 0.5 0.6 0.6 0.7 1.0 0.7 0.8 1.0 0.8 0.7 0.7 0.7 0.7 0.6
30: 0.7 0.7 0.7 0.8 1.0 0.8 0.8 1.1 0.7 1.0 1.1 1.1 1.2 1.5 1.1
45: 0.8 0.7 1.0 1.3 1.0 1.1 1.5 1.1 0.7 1.6 1.1 0.7 1.0 1.1 0.8
60: 1.2 1.0 1.2 1.5 0.8 1.1 1.2 1.0 1.1 1.2 0.8 0.7 1.2 1.2 1.0
75: 1.5 1.2 1.1 1.0 1.3 1.2 1.0 1.0 1.0 1.2 1.5 1.5 1.6 1.5 1.3
90: 1.5 1.8 0.8 1.5 1.1 1.3 2.1 1.6 1.9 2.8 2.4 3.2 3.4 2.3 1.9
105: 2.4 1.8 2.1 1.9 2.2 1.1 1.8 1.8 1.6 1.8 1.6 1.2 1.1 1.6 1.5
120: 1.3 1.5 1.5 1.1 1.3 1.1 1.2 1.1 1.3 1.1 1.5 1.1 1.1 1.2 1.7
135: 0.8 1.5 1.1 1.6 2.2 1.8 1.7 2.1 2.4 2.1 1.5 1.1 1.5 1.0 1.3
150: 0.8 1.0 0.7 0.6 1.0 1.2 0.7 0.8 0.8 0.7 1.0 0.2 1.1 1.5 2.9
165: 1.3 1.2 2.2 1.1 1.3 2.2 1.8 1.1 2.3 1.7 0.7 1.1 1.7 1.9 1.8
180: 1.3 1.9 2.6 2.9 2.7 2.3 2.4 1.9 1.2 2.4 0.2 2.2 2.9 2.2 2.3
195: 0.1 0.1 0.4 0.1 1.3 2.7 3.0 2.9 1.8 3.8 3.0 3.7 0.1 2.2 0.8
210: 2.1 2.6 4.0 2.9 2.6 2.7 1.9 2.8 2.9 3.5 1.2 2.6 1.9 3.3 2.1
225: 1.9 -.- -.- -.- 3.8 2.6 1.0 4.2 1.6 -.- -.- 3.8 2.9 3.4 1.5
240: 2.3 2.1 3.2 2.8 2.4 2.8 0.1 0.1 1.0 -.- 2.8 1.6 1.0 0.1 1.5
255: 2.8 -.- -.- -.- 2.3 1.0 2.6 1.2 2.1 1.6 2.9 0.4 0.2 1.8
270: -.- -.- -.- 3.0 2.6 0.8 2.8 2.3 2.7 2.7 0.8 2.1 1.1 2.4 1.7
285: -.- 1.9 3.0 2.2 2.8 1.2 2.6 4.2 3.8 2.3 1.9 2.6 3.9 1.8 2.3
300: 2.9 3.3 2.2 2.8 1.8 2.1 3.3 3.0 2.6 2.8 2.2 2.7 1.7 3.0 2.9
315: 1.8 1.8 3.4 2.7 2.1 2.8 1.8 2.9 3.0 3.3 4.6 4.4 3.2 2.6 3.2
330: 2.6 3.9 2.2 3.5 2.6 1.2 2.7 3.0 2.1 3.2 1.2 1.5 2.1 2.6 2.3
345: 3.4 2.2 3.8 2.9 2.7 2.8 2.8 1.9 2.6 2.6 3.5 2.9 3.3 3.5 3.3
360: 2.7 2.1 2.7 1.9 3.0 2.1 3.8 3.8 2.9 4.0 2.1 2.8 1.9 2.7 2.3
    
```

NoQC

```

===UF Field Data(8400) for SW===
0: -.- 0.4 0.6 0.7 0.7 0.8 0.6 0.8 0.5 0.6 0.5 0.6 0.6 0.5 0.5
15: 0.6 0.6 0.7 1.0 0.7 0.8 1.0 0.8 0.7 0.7 0.7 0.7 0.6 0.7 0.7
30: 0.7 0.8 1.0 0.8 0.8 1.1 0.7 1.0 1.1 1.1 1.2 1.5 1.1 0.8 0.7
45: 1.0 1.3 1.0 1.1 1.5 1.1 0.7 1.6 1.1 0.7 1.0 1.1 0.8 1.2 1.0
60: 1.2 1.5 0.8 1.1 1.2 1.0 1.1 1.2 0.8 0.7 1.2 1.2 1.0 1.5 1.2
75: 1.1 1.0 1.3 1.2 1.0 1.0 1.0 1.2 1.5 1.5 1.6 1.5 1.3 1.5 1.8
90: 0.8 1.5 1.1 1.3 2.1 1.6 1.9 2.8 2.4 3.2 3.4 2.3 1.9 2.4 1.8
105: 2.1 1.9 2.2 1.1 1.8 1.8 1.6 1.8 1.6 1.2 1.1 1.6 1.5 1.3 1.5
120: 1.5 1.1 1.3 1.1 1.2 1.1 1.3 1.1 1.5 1.1 1.1 1.2 1.7 0.8 1.5
135: 1.1 1.6 2.2 1.8 1.7 2.1 2.4 2.1 1.5 1.1 1.5 1.0 1.3 0.8 1.0
150: 0.7 0.6 1.0 1.2 0.7 0.8 0.8 0.7 1.0 0.2 1.1 1.5 2.9 1.3 1.2
165: 2.2 1.1 1.3 2.2 1.8 1.1 2.3 1.7 0.7 1.1 1.7 1.9 1.8 1.3 1.9
180: 2.6 2.9 2.7 2.3 2.4 1.9 1.2 2.4 0.2 2.2 2.9 2.2 2.3 0.1 0.1
195: 0.4 0.1 1.3 2.7 3.0 2.9 1.8 3.8 3.0 3.7 0.1 2.2 0.8 2.1 2.6
210: 4.0 2.9 2.6 2.7 1.9 2.8 2.9 3.5 1.2 2.6 1.9 3.3 2.1 1.9 -.-
225: -.- -.- 3.8 2.6 1.0 4.2 1.6 -.- -.- 3.8 2.9 3.4 1.5 2.3 2.1
240: 3.2 2.8 2.4 2.8 0.1 0.1 1.0 -.- 2.8 1.6 1.0 0.1 1.5 2.8 -.-
255: -.- -.- -.- 2.3 1.0 2.6 1.2 2.1 1.6 2.9 0.4 0.2 1.8 -.- -.-
270: -.- 3.0 2.6 0.8 2.8 2.3 2.7 2.7 0.8 2.1 1.1 2.4 1.7 -.- 1.9
285: 3.0 2.2 2.8 1.2 2.6 4.2 3.8 2.3 1.9 2.6 3.9 1.8 2.3 2.9 3.3
300: 2.2 2.8 1.8 2.1 3.3 3.0 2.6 2.8 2.2 2.7 1.7 3.0 2.9 1.8 1.8
315: 3.4 2.7 2.1 2.8 1.8 2.9 3.0 3.3 4.6 4.4 3.2 2.6 3.2 2.6 3.9
330: 2.2 3.5 2.6 1.2 2.7 3.0 2.1 3.2 1.2 1.5 2.1 2.6 2.3 3.4 2.2
345: 3.8 2.9 2.7 2.8 2.8 1.9 2.6 2.6 3.5 2.9 3.3 3.5 3.3 2.7 2.1
360: 2.7 1.9 3.0 2.1 3.8 3.8 2.9 4.0 2.1 2.8 1.9 2.7 2.3 2.4 1.0
    
```

RSL lib 둘다 SW에서  
4 byte 씩 밀림

# 레이더 자료 값의 변화 - 교차상관계수



NoQC

750:	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
765:	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0
780:	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9
795:	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
810:	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
825:	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
840:	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8
855:	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	0.7	0.8	0.7	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7	0.6
870:	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.6	0.7	0.7	0.9	0.7	0.7
885:	0.7	0.8	0.8	0.9	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	-	0.8	0.7	0.5	0.7	0.8
900:	0.8	0.6	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8
915:	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9
930:	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7	0.8	0.9	0.7	0.8	0.9	0.7	0.9	0.9	0.9
945:	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9

RSL 1.4.3

750:	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
765:	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0
780:	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9
795:	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
810:	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
825:	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
840:	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8
855:	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	0.7	0.8	0.7	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7	0.6
870:	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.6	0.7	0.7	0.9	0.7	0.7
885:	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	-	0.8	0.7	0.5	0.7	0.8
900:	0.8	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8
915:	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9
930:	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.8	0.9	0.7	0.8	0.9	0.9
945:	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9

RSL 1.5.0

750:	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
765:	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0
780:	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9
795:	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
810:	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
825:	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
840:	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8
855:	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	0.7	0.8	0.7	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7
870:	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.6	0.7	0.7	0.9	0.7	0.7
885:	0.7	0.8	0.8	0.9	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	-	0.8	0.7	0.6	0.7	0.8
900:	0.8	0.6	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8
915:	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9
930:	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.8	0.9	0.7	0.8	0.8	0.9
945:	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9



# 레이더 파일크기의 변화



- 예시 : 진도사이트 2018. 1. 9. 1200 KST (240km 자료)

	원시UF	RSL_1.4.3	RSL_1.5_WRC
파일크기	8452507	8643377	8657539

## SW 값이 변함

===UF Field Data(8400) for SW===															===UF Field Data(8400) for SW===																	
0:	64.3	0.0	-	-	-	-	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8	0.2	0.8	0.2	0:	-	-	-	-	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8	0.2	0.8	0.2	-	2.0	
15:	-	2.0	0.2	0.2	-	1.5	0.2	2.5	0.5	2.3	-	-	-	-	0.2	15:	0.2	0.2	-	1.5	0.2	2.5	0.5	2.3	-	-	-	-	0.2	1.3	0.2	
30:	1.3	0.2	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	1.0	0.2	0.2	1.3	0.8	30:	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	1.0	0.2	0.2	1.3	0.8	0.2	0.5	
45:	0.2	0.5	1.0	0.8	0.2	-	0.8	0.8	0.2	0.8	1.3	0.8	0.8	1.0	1.3	45:	1.0	0.8	0.2	-	0.8	0.8	0.2	0.8	1.3	0.8	0.8	1.0	1.3	0.8	1.0	
60:	0.8	1.0	1.3	1.0	2.0	1.5	4.3	2.8	3.0	2.5	1.5	2.0	2.8	1.8	2.0	60:	1.3	1.0	2.0	1.5	4.3	2.8	3.0	2.5	1.5	2.0	2.8	1.8	2.0	2.3	2.8	
75:	2.3	2.8	1.0	1.0	2.5	2.8	4.0	1.3	0.5	0.5	0.5	1.0	2.5	-	0.5	75:	1.0	1.0	2.5	2.8	4.0	1.3	0.5	0.5	0.5	1.0	2.5	-	0.5	0.8	-	
90:	0.8	-	3.0	2.3	-	-	-	-	-	0.5	0.8	0.2	1.0	0.5	0.2	90:	3.0	2.3	-	-	-	-	-	-	0.5	0.8	0.2	1.0	0.5	0.2	0.2	-
105:	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
120:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	1.3	1.0	3.0	1.5	120:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	1.3	1.0	3.0	1.5	1.5	
135:	1.5	1.5	1.0	1.3	1.3	1.5	1.0	1.3	1.3	1.0	1.3	1.0	1.3	1.3	1.3	135:	1.0	1.3	1.3	1.5	1.0	1.3	1.3	1.0	1.3	1.0	1.3	1.3	1.0	1.0	1.0	
150:	1.0	1.0	1.0	1.5	1.3	1.5	1.5	1.3	1.0	0.8	1.5	1.0	0.8	1.0	1.5	150:	1.0	1.5	1.3	1.5	1.5	1.3	1.0	0.8	1.5	1.0	0.8	1.0	1.5	1.0	1.5	
165:	1.0	1.5	0.8	1.0	1.0	0.5	0.5	1.0	1.3	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	1.3	165:	0.8	1.0	1.0	0.5	0.5	1.0	1.3	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	1.3	1.3	1.5	
180:	1.3	1.5	0.8	1.5	0.8	1.3	0.8	0.8	1.3	1.0	0.8	0.8	0.8	1.3	1.3	180:	0.8	1.5	0.8	1.3	0.8	0.8	1.3	1.0	0.8	0.8	0.8	1.3	1.3	1.0	1.0	
195:	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	0.5	0.8	195:	1.0	1.3	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	0.5	0.8	1.0	1.3	
210:	1.0	1.3	1.0	0.8	0.8	1.0	1.0	1.3	1.0	0.8	1.0	1.3	1.5	1.5	1.0	210:	1.0	0.8	0.8	1.0	1.0	1.3	1.0	0.8	1.0	1.3	1.5	1.5	1.0	1.3	1.8	
225:	1.3	1.8	0.8	1.3	1.3	1.0	1.0	1.0	1.8	1.0	1.5	0.8	1.3	0.8	1.0	225:	0.8	1.3	1.3	1.0	1.0	1.0	1.8	1.0	1.5	0.8	1.3	0.8	1.0	1.0	0.5	
240:	1.0	0.5	1.0	0.8	1.3	1.3	0.5	1.0	0.5	1.3	0.8	1.0	1.3	1.0	1.8	240:	1.0	0.8	1.3	1.3	0.5	1.0	0.5	1.3	0.8	1.0	1.3	1.0	1.8	1.0	0.5	

# 레이더 파일값의 변화 - 차등반사도



210:	0.9	0.5	-0.9	-4.6	-0.8	-4.3	0.5	-4.2	-0.8	1.2	0.2	-2.8	0.4	-2.1	-3.8
225:	1.2	-3.2	-1.1	-1.4	0.1	-1.8	-0.8	-2.8	-7.4	-7.1	-2.4	-4.9	-4.1	-2.8	-1.4
240:	1.0	0.9	-2.2	0.7	1.1	-3.5	1.4	-3.6	-2.5	2.5	-0.8	-1.3	-0.3	-0.3	-3.0
255:	-0.8	0.8	0.0	1.4	-6.1	-1.3	0.2	-0.1	-1.9	1.4	1.1	-5.7	-4.5	5.0	-2.1
270:	-0.9	1.5	1.9	-4.9	-1.4	-1.1	-3.3	-4.5	-4.4	-5.2	-0.1	2.5	0.9	-0.2	-3.8
285:	0.0	-6.3	-2.5	-0.7	-0.7	0.1	-1.1	-3.2	-3.8	-1.6	-1.2	-0.2	-2.4	-2.6	-0.9
300:	-2.5	-1.9	0.5	-2.0	0.2	-3.0	-2.5	-2.4	-2.7	0.3	3.7	-1.2	1.9	-1.8	-6.1
315:	-5.0	-3.4	-1.7	-2.1	-6.8	-2.1	1.2	-3.0	0.3	1.2	2.6	1.0	2.4	-0.8	-0.9
330:	-4.1	-1.1	-5.3	4.2	-0.5	1.2	-2.9	1.4	-1.6	-1.1	-1.9	-0.6	-0.8	-3.8	3.1
345:	-1.8	-0.1	-1.3	-2.2	1.6	-1.9	-0.6	-1.7	-1.4	-2.3	4.2	-	-4.2	6.3	8.0
360:	-	-	0.5	6.5	1.4	-0.5	1.0	-2.4	2.0	4.3	2.6	0.2	3.5	2.7	-
375:	0.9	6.5	2.4	-0.4	5.2	-	1.7	1.5	2.8	0.6	1.0	0.8	0.4	0.1	0.3
390:	1.8	0.8	0.1	1.2	2.3	1.3	-2.3	5.4	8.0	2.7	1.3	1.3	1.9	-0.6	0.7
405:	0.7	0.2	-0.1	-0.1	0.1	-0.8	0.7	0.8	1.1	1.9	4.8	-	-	-	0.2
420:	6.7	3.3	-1.7	2.4	1.9	0.8	4.6	0.1	8.0	0.9	7.8	-	-	-	-

NoQC

210:	0.9	0.5	-0.9	-4.6	-0.8	-4.3	0.5	-4.2	-0.8	1.2	0.2	-2.8	0.4	-2.1	-3.8
225:	1.2	-3.2	-1.1	-1.4	0.1	-1.8	-0.8	-2.8	-7.4	-7.1	-2.3	-4.9	-4.1	-2.8	-1.4
240:	1.0	0.9	-2.2	0.7	1.1	-3.5	1.4	-3.6	-2.5	2.5	-0.8	-1.3	-0.3	-0.3	-3.0
255:	-0.8	0.8	0.0	1.4	-6.1	-1.3	0.2	-0.1	-1.9	1.4	1.1	-5.7	-4.5	5.0	-2.1
270:	-0.9	1.5	1.9	-4.9	-1.4	-1.1	-3.3	-4.5	-4.4	-5.2	-0.1	2.5	0.9	-0.2	-3.8
285:	0.0	-6.3	-2.5	-0.7	-0.7	0.1	-1.1	-3.2	-3.8	-1.6	-1.2	-0.2	-2.3	-2.6	-0.9
300:	-2.5	-1.9	0.5	-2.0	0.2	-3.0	-2.5	-2.3	-2.7	0.3	3.7	-1.2	1.9	-1.8	-6.1
315:	-5.0	-3.4	-1.7	-2.1	-6.8	-2.1	1.2	-3.0	0.3	1.2	2.6	1.0	2.3	-0.8	-0.9
330:	-4.1	-1.1	-5.3	4.2	-0.5	1.2	-2.9	1.4	-1.6	-1.1	-1.9	-0.6	-0.8	-3.8	3.1
345:	-1.8	-0.1	-1.3	-2.2	1.6	-1.9	-0.6	-1.7	-1.4	-2.3	4.2	-	-4.2	6.3	8.0
360:	-	-	0.5	6.5	1.4	-0.5	1.0	-2.3	2.0	4.3	2.6	0.2	3.5	2.7	-
375:	0.9	6.5	2.3	-0.4	5.2	-	1.7	1.5	2.8	0.6	1.0	0.8	0.4	0.1	0.3
390:	1.8	0.8	0.1	1.2	2.3	1.3	-2.3	5.4	8.0	2.7	1.3	1.3	1.9	-0.6	0.7
405:	0.7	0.2	-0.1	-0.1	0.1	-0.8	0.7	0.8	1.1	1.9	4.8	-	-	-	0.2
420:	6.7	3.3	-1.7	2.3	1.9	0.8	4.6	0.1	8.0	0.9	7.8	-	-	-	-

RSL\_1.4.3

$Z_{DR}$  값이  
조금 변함

210:	0.9	0.5	-0.9	-4.6	-0.8	-4.3	0.5	-4.2	-0.8	1.2	0.2	-2.8	0.4	-2.1	-3.8
225:	1.2	-3.2	-1.1	-1.4	0.1	-1.8	-0.8	-2.8	-7.4	-7.1	-2.4	-4.9	-4.1	-2.8	-1.4
240:	1.0	0.9	-2.2	0.7	1.1	-3.5	1.4	-3.6	-2.5	2.5	-0.8	-1.3	-0.3	-0.3	-3.0
255:	-0.8	0.8	0.0	1.4	-6.1	-1.3	0.2	-0.1	-1.9	1.4	1.1	-5.7	-4.5	5.0	-2.1
270:	-0.9	1.5	1.9	-4.9	-1.4	-1.1	-3.3	-4.5	-4.4	-5.2	-0.1	2.5	0.9	-0.2	-3.8
285:	0.0	-6.3	-2.5	-0.7	-0.7	0.1	-1.1	-3.2	-3.8	-1.6	-1.2	-0.2	-2.4	-2.6	-0.9
300:	-2.5	-1.9	0.5	-2.0	0.2	-3.0	-2.5	-2.4	-2.7	0.3	3.7	-1.2	1.9	-1.8	-6.1
315:	-5.0	-3.4	-1.7	-2.1	-6.8	-2.1	1.2	-3.0	0.3	1.2	2.6	1.0	2.4	-0.8	-0.9
330:	-4.1	-1.1	-5.3	4.2	-0.5	1.2	-2.9	1.4	-1.6	-1.1	-1.9	-0.6	-0.8	-3.8	3.1
345:	-1.8	-0.1	-1.3	-2.2	1.6	-1.9	-0.6	-1.7	-1.4	-2.3	4.2	-	-4.2	6.3	8.0
360:	-	-	0.5	6.5	1.4	-0.5	1.0	-2.4	2.0	4.3	2.6	0.2	3.5	2.7	-
375:	0.9	6.5	2.4	-0.4	5.2	-	1.7	1.5	2.8	0.6	1.0	0.8	0.4	0.1	0.3
390:	1.8	0.8	0.1	1.2	2.3	1.3	-2.3	5.4	8.0	2.7	1.3	1.3	1.9	-0.6	0.7
405:	0.7	0.2	-0.1	-0.1	0.1	-0.8	0.7	0.8	1.1	1.9	4.8	-	-	-	0.2
420:	6.7	3.3	-1.7	2.4	1.9	0.8	4.6	0.1	8.0	0.9	7.8	-	-	-	-

RSL\_1.5.0\_WRC

# 레이더 파일값의 변화 - 비차등위상



===UF Field Data(8400) for PH===

0:	170.9	58.0	211.9	120.1	264.1	196.3	134.2	-.-	-.-	209.0	158.2	196.3	-.-	-.-	-.-
15:	-.-	-.-	-.-	115.9	358.7	265.5	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
30:	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	62.2	49.5	101.7	-.-	200.6	69.3	69.3	65.0	60.8
45:	63.6	67.9	48.1	-.-	66.5	63.6	63.6	65.0	67.9	63.6	66.5	66.5	66.5	63.6	67.9
60:	66.5	66.5	55.2	262.7	58.0	199.2	173.7	206.2	230.2	264.1	15.6	241.5	111.6	59.4	76.3
75:	63.6	286.7	11.4	127.2	344.6	323.4	216.1	323.4	213.3	210.5	330.5	50.9	302.2	319.2	279.6
90:	227.4	144.1	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
105:	69.3	76.3	82.0	-.-	-.-	113.0	90.5	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	120.1
120:	89.0	70.7	185.0	-.-	180.8	94.7	138.5	169.5	233.0	149.7	209.0	128.6	223.2	91.9	281.0
135:	155.4	316.3	276.8	176.6	233.0	111.6	200.6	41.0	120.1	179.4	172.3	223.2	217.5	244.3	74.9
150:	199.2	179.4	269.7	319.2	80.6	275.4	327.6	196.3	125.7	21.3	341.7	121.5	172.3	103.2	118.7
165:	142.7	36.8	305.0	62.2	168.1	74.9	343.2	348.8	62.2	235.9	323.4	35.4	189.3	186.5	56.6
180:	56.6	32.6	209.0	314.9	131.4	84.8	193.5	98.9	281.0	11.4	17.0	131.4	336.1	148.3	338.9
195:	350.2	41.0	31.2	138.5	1.5	82.0	11.4	289.5	338.9	254.2	324.8	199.2	281.0	145.5	200.6

NoQC

===UF Field Data(8400) for PH===

0:	170.8	57.9	211.8	120.1	264.0	196.2	134.2	-.-	-.-	208.9	158.2	196.2	-.-	-.-	-.-
15:	-.-	-.-	-.-	115.8	358.6	265.4	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
30:	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	62.2	49.5	101.6	-.-	200.5	69.2	69.2	65.0	60.8
45:	63.6	67.8	48.0	-.-	66.5	63.6	63.6	65.0	67.8	63.6	66.5	66.5	66.5	63.6	67.8
60:	66.5	66.5	55.2	262.7	57.9	199.1	173.6	206.1	230.1	264.0	15.6	241.4	111.6	59.3	76.3
75:	63.6	286.7	11.3	127.1	344.6	323.3	216.1	323.3	213.3	210.4	330.5	50.9	302.1	319.2	279.5
90:	227.4	144.1	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
105:	69.2	76.3	81.9	-.-	-.-	112.9	90.5	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	120.1
120:	88.9	70.6	184.9	-.-	180.8	94.6	138.4	169.5	232.9	149.6	208.9	128.5	223.1	91.8	281.0
135:	155.4	316.3	276.7	176.5	232.9	111.6	200.5	41.0	120.1	179.4	172.2	223.1	217.4	244.2	74.9
150:	199.1	179.4	269.7	319.2	80.5	275.4	327.6	196.2	125.6	21.2	341.7	121.5	172.2	103.1	118.6
165:	142.7	36.7	305.0	62.2	168.1	74.9	343.2	348.7	62.2	235.9	323.3	35.3	189.3	186.4	56.5
180:	56.5	32.5	208.9	314.8	131.4	84.8	193.5	98.9	281.0	11.3	17.0	131.4	336.0	148.2	338.9
195:	350.1	41.0	31.2	138.4	1.4	81.9	11.3	289.4	338.9	254.1	324.7	199.1	281.0	145.5	200.5

RSL\_1.4.3  
→ 일부 변함

===UF Field Data(8400) for PH===

0:	170.9	58.0	211.9	120.1	264.1	196.3	134.2	-.-	-.-	209.0	158.2	196.3	-.-	-.-	-.-
15:	-.-	-.-	-.-	115.9	358.7	265.5	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
30:	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	62.2	49.5	101.7	-.-	200.6	69.3	69.3	65.0	60.8
45:	63.6	67.9	48.1	-.-	66.5	63.6	63.6	65.0	67.9	63.6	66.5	66.5	66.5	63.6	67.9
60:	66.5	66.5	55.2	262.7	58.0	199.2	173.7	206.2	230.2	264.1	15.6	241.5	111.6	59.4	76.3
75:	63.6	286.7	11.4	127.2	344.6	323.4	216.1	323.4	213.3	210.5	330.5	50.9	302.2	319.2	279.6
90:	227.4	144.1	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
105:	69.3	76.3	82.0	-.-	-.-	113.0	90.5	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	120.1
120:	89.0	70.7	185.0	-.-	180.8	94.7	138.5	169.5	233.0	149.7	209.0	128.6	223.2	91.9	281.0
135:	155.4	316.3	276.8	176.6	233.0	111.6	200.6	41.0	120.1	179.4	172.3	223.2	217.5	244.3	74.9
150:	199.2	179.4	269.7	319.2	80.6	275.4	327.6	196.3	125.7	21.3	341.7	121.5	172.3	103.2	118.7
165:	142.7	36.8	305.0	62.2	168.1	74.9	343.2	348.8	62.2	235.9	323.4	35.4	189.3	186.5	56.6
180:	56.6	32.6	209.0	314.9	131.4	84.8	193.5	98.9	281.0	11.4	17.0	131.4	336.1	148.3	338.9
195:	350.2	41.0	31.2	138.5	1.5	82.0	11.4	289.5	338.9	254.2	324.8	199.2	281.0	145.5	200.6

RSL\_1.5.0\_WRC  
→ 변화없음



- 함수값 입출력의 번거로움 : volume.f or volume.inv.f 사용
- 정렬시 문제 : sorting 실제 소팅이 아닌 해쉬테이블의 변경
- 구조체 제거시 문제점 : trim function 실제 제거가 아닌 해쉬테이블의 제거
- 메모리 누수 : RSL함수의 반복적 호출시 메모리 증가 (테스트필요)
- RSL함수의 해제시 메모리 해제가 안됨
- RSL함수의 반복호출수가 256개를 넘지 못함
- INDEX가 사전 설정. 개수가 정해져 있음. 기호도 정해져 있음
- RSL로 읽고 쓰면 사이즈가 바뀜
- 윗 고도각의 개수가 더 크면 파일을 읽지 못함 ➔ Segmentation fault
- 동일한 INDEX 이름이 있으면 ray의 개수를 2배로 하여 기록
- 제작사 RSL의 경우 uf포맷을 원본에서 변경시킴.  
➔ 제작사 버전에 따라 uf파일의 구조가 바뀜  
(SW의 field header의 요소에 2byte x 2개 더 존재함)



감사합니다

